



DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

**Lösung zur Klausur
Flugzeugsysteme SS 2005**

Datum: 01.07.2005

Luftfahrtausdrücke

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

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. to drain | entwässern |
| 2. auxiliary power unit | Hilfstriebwerk |
| 3. ram air | Stauluft |
| 4. probability | Wahrscheinlichkeit |
| 5. reliability | Zuverlässigkeit |
| 6. safety | Sicherheit |
| 7. to flush | spülen, durchfluten |
| 8. to rinse | spülen, ausspülen |
| 9. emergency | Notfall |
| 10. ventilation | Belüftung |
| 11. distribution | Verteilung |
| 12. essential | notwendig, unverzichtbar |

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

- | | |
|----------------------|------------------|
| 1. Schmutzwassertank | waste tank |
| 2. Trinkwasser | potable water |
| 3. Zapfluft | bleed air |
| 4. Partialdruck | partial pressure |
| 5. Anforderungen | requirements |
| 6. Fracht | cargo |
| 7. Filter | filter |
| 8. Rauch | smoke |
| 9. Umgebungsluft | ambient air |
| 10. Wärmetauscher | heat exchanger |
| 11. Verdichter | compressor |
| 12. Vergleichsstudie | trade-off study |

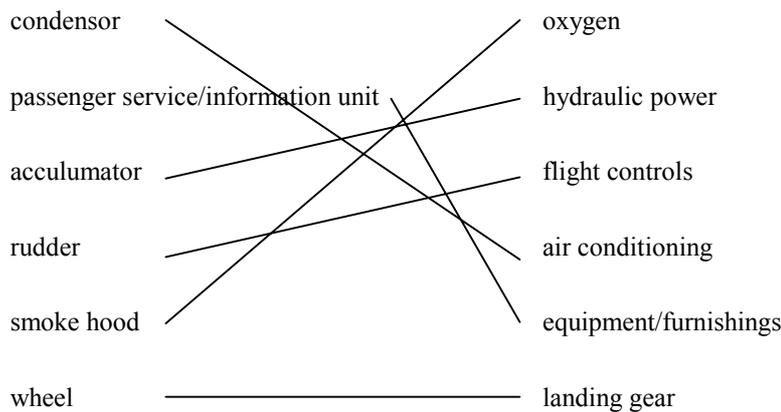
Flugzeugsysteme allgemein

- 3.) Welches Flugzeugsystem (englische Bezeichnung und Nummer des ATA-Kapitels) hat folgende ATA-Definition?

Those fixed units and components which store and deliver for use, fresh water, and those fixed components which store and furnish a means of removal of water and waste. Includes wash basins, toilet assemblies, tanks, valves, etc.

Water / Waste, ATA 38

- 4.) Ordnen Sie durch Verbindungslinien die Teile (links) dem entsprechenden Flugzeugsystem (rechts) zu!



- 5.) Was versteht man in Deutschland unter "cabin systems"?

Alle Flugzeugsysteme, die einen Einfluss auf die Kabine haben und somit auf den Passagier.

- 6.) Erklären Sie das Grundprinzip der Druckregelung im Flugzeug!

Ein konstanter Volumenstrom wird in die Kabine eingeblasen. Der Volumenstrom, der die Kabine verlässt wird durch das Auslassventil geregelt. Wird das Auslassventil vergleichsweise weit geschlossen, so steigt der Druck in der Kabine an, wird es weit geöffnet, so sinkt der Druck.

- 7.) Was bedeutet VFR? Was bedeutet IFR?

VFR: Visual Flight Rules (Sichtflugregeln)

IFR: Instrument Flight Rules (Instrumentenflugregeln)

- 8.) Mit Hilfe welcher erdgebundenen Navigationsanlagen sind die Luftstraßen definiert?

Die Knoten der Luftstrassen sind durch Funknavigationsanlagen definiert. Es handelt sich i.d.R. um VORs.

- 9.) Welche Bedeutung hat das gezeigte Panel im Luftverkehrssystem?



Es handelt sich um das Panel zum Transponder im Flugzeug. Der Pilot stellt die von der Flugsicherung vorgegebenen 4 Ziffern (den Transpondercode) ein. Damit erhält der Fluglotse ein Sekundärsignal auf seinem Radarschirm und kann damit die zu überwachenden Flugzeuge besser unterscheiden.

- 10.) Welche Auswirkung hat es, wenn der Schalter (oben) auf ALT RPTG steht?

Es wird dadurch zusätzlich zum Transpondercode auch die Flughöhe des Flugzeugs (bezogen auf 1013 hPa) übertragen.

- 11.) In welchem Frequenzbereich wird der Sprechfunk zwischen Flugzeug und Flugsicherung durchgeführt?

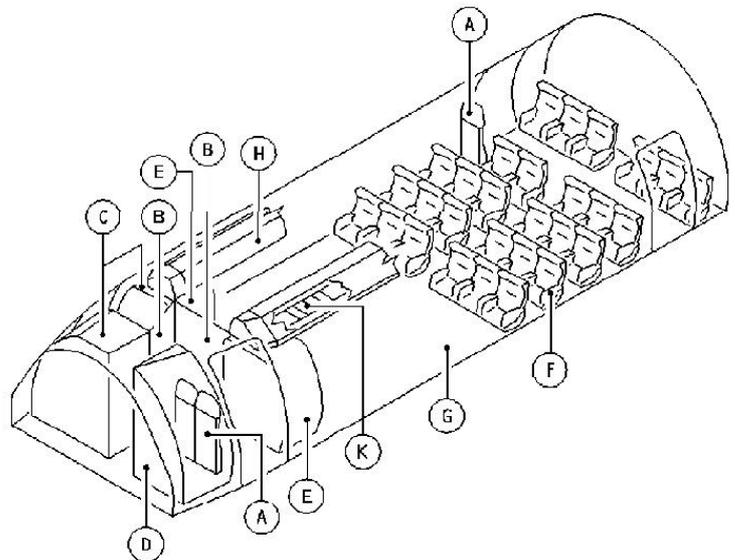
Genutzt wird VHF (Very High Frequency) im Bereich von 118,000 MHz bis 136,975 MHz.

- 12.) Was macht ein *static inverter*?

Ein "static inverter" (Wechselrichter) wandelt Gleichstrom in Wechselstrom um.

- 13.) Was ist im Bild (rechts) gezeigt?

- A: Flugbegleitersitze
- C: Toilette oder Küche
- D: Toilette oder Küche
- F: Sitze
- H: Staufächer



- 14.) Welche Bedeutung hat es, wenn vor dem Start eine Ansage aus dem Cockpit zu hören ist: „all doors in flight“?

Dies ist die Aufforderung aus dem Cockpit an die Kabinenbesatzung die Notrutschen "scharf" zu schalten. Beim Öffnen der Türen werden in der Stellung "doors in flight" die Notrutschen aufgeblasen.

- 15.) Warum sind die Behälter für das Feuerlöschmittel kugelförmig?
Das Feuerlöschmittel ist ein Gas (Halon) unter Druck. Der kugelförmige Behälter kann ein gegebenes Volumen bei gegebenem Druck bei geringster Masse aufnehmen (geringste Oberfläche und gute Spannungsaufnahme).
- 16.) Beim Landeanflug in einem konventionellen Flugzeug soll durch Schiebeflug ein Seitenwind von rechts kompensiert werden. Welches Seitenrudderpedal muss getreten werden? In welche Richtung muss das Steuerhorn betätigt werden?
Das Flugzeug muss nach rechts schieben um auf der Anfluglinie zu bleiben. Dazu muss die rechte Fläche hängen (Querruder rechts). Um einem Kurvenflug nach rechts entgegenzuwirken, muss das Seitenrudder links getreten werden (Flug mit "gekreuzten Rudern").
- 17.) Warum muss regelmäßig Kraftstoff aus den tiefsten Bereichen des Kraftstofftanks abgelassen werden?
a) Wasser soll nicht in die Triebwerke gelangen (kein Antrieb).
b) Wasser im Tank begünstigt die Bildung von Korrosion und das Wachstum von Mikroorganismen.
- 18.) Was versteht man unter innerer Leckage in einem Hydrauliksystem?
Innere Leckage bezeichnet die (teilweisen) Verbindung von Hochdruck- und Rücklaufleitung. Dies ist erforderlich bei Servoventilen. Ein gewisses Maß an innerer Leckage ist daher im Hydrauliksystem normal. Wird die innere Leckage zu groß (Komponentenverschleiß), so steht möglicherweise nicht mehr genug Volumenstrom der Pumpen für die Verbraucher zur Verfügung. Gegensatz: äußere Leckage: Hydraulikflüssigkeit verlässt das System (es tropft).
- 19.) Was passiert, wenn ein Flugzeug durch Wolken fliegt, die Wassertropfen enthalten mit einer Temperatur unter 0 °C?
Die Wassertropfen unter Nullgrad benötigen nur einen Anstoß um sich (teilweise) momentan zu Eis zu verwandeln. Dieses Eis setzt sich dann z.B. an der Flügelvorderkante an. Es kommt zur Vereisung des Flugzeugs.
- 20.) Warum sind Bugfahrwerke in der Regel so am Flugzeug angebracht, dass sie nach (unten und) hinten ausgefahren werden?
Falls das (hydraulische) Betätigungssystem ausgefallen ist, kann das Fahrwerk durch Eigengewicht ausgefahren werden. Ein Fahrwerk, das nach hinten ausfährt, wird in seiner Bewegung durch den Luftwiderstand unterstützt.
- 21.) Welche Funktion hat der Landescheinwerfer beim Nachtflug?
Der Landescheinwerfer beleuchtet die Aufsetzzone des Flugzeugs und erlaubt dem Piloten dadurch eine Abschätzung der Höhe des Flugzeugs beim Abfangen. Weitere Beleuchtung der Lande- und Rollbahnen. Flugzeug wird besser gesehen.
- 22.) Wofür steht die Abkürzung ILS? Welche Aufgabe hat ein ILS?
ILS: Instrument Landing System (Instrumenten Landesystem). Das ILS erlaubt eine Landung auch bei verminderter Sicht. Das Flugzeug wird auf der Anfluggrundlinie (localizer) geführt und auf dem Gleitpfad (glide path).

23.) Welchen Vorteil hat es, wenn die B787 ohne Zapfluftversorgung ausgelegt wird?

Eine Entnahme von Luft vom Kompressor beeinflusst den Triebwerksprozess. Der gleiche Schub des Triebwerks kann unter Zapfluftentnahme letztlich nur bei höherem Kraftstoffverbrauch erreicht werden. Ein zapfluftloses Triebwerk verspricht zunächst eine Kraftstoffersparnis. Da Aggregate des Flugzeugs (wie z.B. die Klimaanlage) jedoch mit Energie versorgt werden müssen, die dann aus anderer Quelle bereitgestellt werden muss, kann die endgültige Ersparnis nur durch umfangreichere Studien ermittelt werden.

24.) Der Vakuumpgenerator ist ausgefallen. Kann das Toilettensystem im Reiseflug noch genutzt werden? Begründung!

Ja. Der Vakuumpgenerator wird im Reiseflug nicht benötigt, da der Umgebungsdruck niedrig genug ist, um das Vakuumtoilettensystem zu versorgen.

25.) Die beiden Triebwerke eines Jets sollen ohne Hilfsaggregate vom Flughafen gestartet werden. In welcher Reihenfolge ist was anzulassen?

- 1.) Hilfstriebwerk (APU) mit den Batterien starten.
- 2.) Triebwerk 1 mit der Druckluft der APU starten.
- 3.) Triebwerk 2 mit Zapfluft von Triebwerk 1 starten.

Flugzeugsysteme des Airbus A321

26.) Welches Teil ist hier gezeigt?



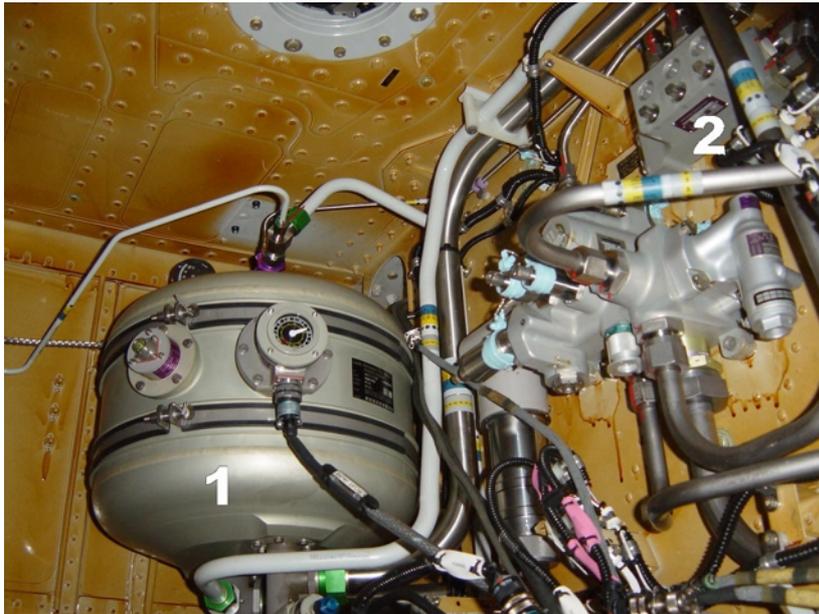
Gezeigt ist das ECAM Control Panel
(zur Wahl der Systeme auf dem ECAM System Display).



27.) Welches Teil ist hier gezeigt?

Gezeigt ist der Hebel der Geschwindigkeitsbremsen (speed brake lever).

28.) Welche Teile (gekennzeichnet mit 1 und 2) sind hier gezeigt?



- 1: Reservoir eines Hydrauliksystems
2: Leakage Measurement Unit

29.) Nennen Sie die Kabinenhöhe in einer A321 kurz vor der Landung auf dem internationalen Flughafen von La Paz (Bolivien)! Begründung! Die Stadt liegt auf ca. 3600 m (11800 ft) über MSL.

Die Kabinenhöhe muss bis zur Landung auf die Druckhöhe des Flughafens geregelt werden, damit beim Öffnen der Türen keine Druckdifferenz zwischen Innen und Außen vorhanden ist. Damit muss die Kabinenhöhe in diesem besonderen Fall 11800 ft betragen (mehr als gewöhnlich im Reiseflug).

30.) Welches Gerät ist in der Lage elektrische Leistung in hydraulische Leistung zu wandeln?

Eine E-Pumpe (elektrisch betriebene Hydraulikpumpe).

31.) Wie viele Feuerlöschflaschen (extinguisher bottles, spherical container) sind je Toilette installiert? Wo befinden sich diese Feuerlöschflaschen genau?

Je Toilette ist eine Feuerlöschflasche installiert. Die Feuerlöschflasche befindet sich direkt oberhalb des Abfallbehälters.

32.) Welche Rollrate erreicht der A321 wenn der Side Stick auf maximalen Ausschlag nach rechts bewegt wird: a) Im (simulierten) Landeanflug? b) Im Reiseflug?

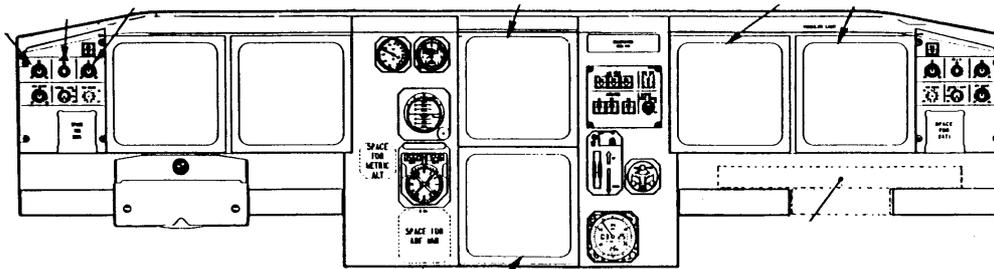
Unabhängig von der Flugphase (also bei a und b) beträgt die maximale Rollrate $15^\circ/\text{s}$.

33.) Wie ändern sich Hängewinkel und Schiebewinkel, wenn im A321 im normalen Flug Seitenruder rechts getreten wird?

Das Flugzeug giert nach rechts und schiebt nach links (Schiebewinkel negativ). Die Flächen bleiben aufgrund der Flugsteuerungsgesetze des Flugzeugs horizontal (Hängewinkel 0°).

- 34.) Was wird kommandiert durch ziehen des Side Sticks im Reiseflug. Welcher Wert wird dabei bei einem Vollausschlag des Side Sticks erreicht.
Im Reiseflug (also bei höherer Geschwindigkeit) wird durch ziehen des Side Sticks das Lastvielfache kommandiert. Das Lastvielfache ist beim Ziehen (positives Lastvielfaches) auf einen Wert von 2,5g begrenzt.
- 35.) Wo befindet sich die PTU?
Die PTU (Power Transfer Unit) befindet sich im Fahrwerksschacht auf einer Konsole an der Rückwand.
- 36.) Wie wird am Boden Druck im GRÜNEN Hydrauliksystem aufgebaut?
a) Mit Hilfe eines Bodenaggregats
b) Mit der E-Pumpe im GELBEN Hydrauliksystem und der PTU.
- 37.) Wie wird am Boden Druck im BLAUEN Hydrauliksystem aufgebaut?
a) Mit Hilfe eines Bodenaggregats.
b) Mit der E-Pumpe im BLAUEN Hydrauliksystem (Schalter BLUE PUMP OVRD ganz oben im Overhead Panel betätigen).
- 38.) Welche Pumpen befinden sich im BLAUEN Hydrauliksystem?
E-Pumpe und RAT (ram air turbine).
- 39.) Welche Pumpen befinden sich im GELBEN Hydrauliksystem?
Triebwerksgetriebene Pumpe, E-Pumpe, PTU, Handpumpe zur Betätigung der Frachttore.
- 40.) Wie viele Akkumulatoren befinden sich im GELBEN Hydrauliksystem? Beschreiben Sie kurz die Funktion!
Zwei Akkumulatoren befinden sich im GELBEN Hydrauliksystem.
a) Der System-Akkumulator.
b) Der Akkumulator für das Bremssystem.
- 41.) Folgende Teile werden an der A321 durch ATA 30 eisfreigehalten
- Slat 1 (innen)
 - Slat 2
 - Slat 5 (außen)
 - Triebwerkseinlauf
 - Anstellwinkelsensor
 - Cockpitscheibe
 - Vorderkante des Seitenleitwerks

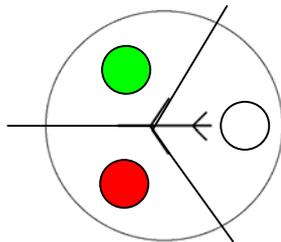
42.) Benennen Sie die 6 Bildschirme!



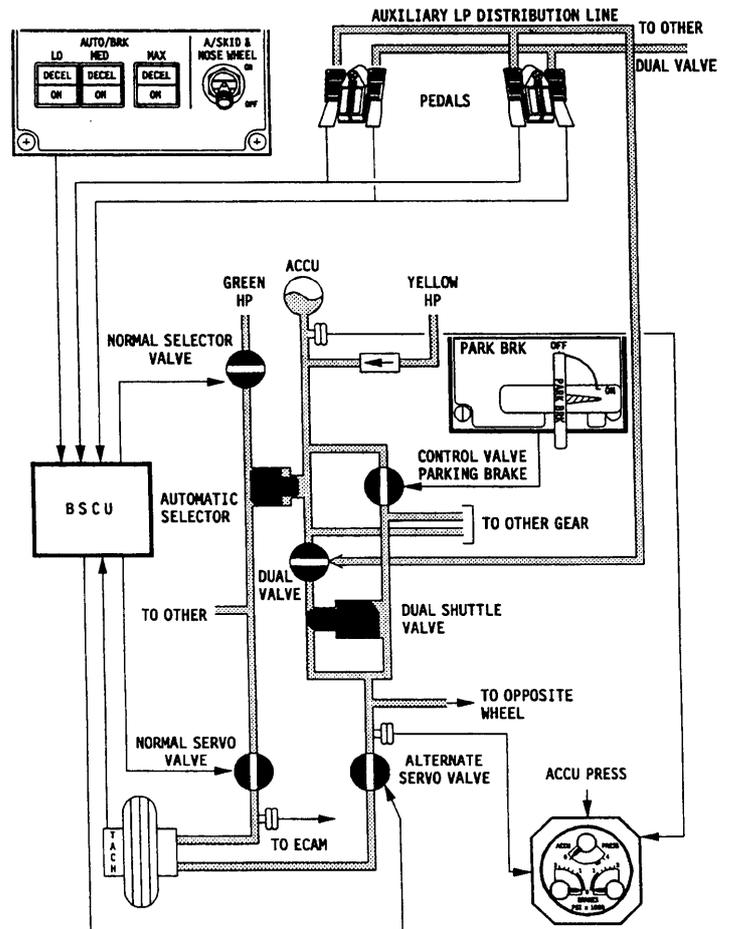
PFD ND E/W D ND PFD
SD

- PFD: Primary Flight Display
- ND: Navigation Display
- E/W D: Engine/Warning Display (upper ECAM display)
- SD: System Display (lower ECAM display)

43.) Skizzieren Sie in welcher Richtung die Positionslampen des Flugzeugs in welcher Farbe zu sehen sind!



- grün: 110°
- rot: 110°
- weiß: 140°



44.) Beschreiben Sie anhand des Bildes (rechts) detailliert die Grundstruktur des Bremssystems! (4 Punkte)

Das Bremssystem ist durch zwei unabhängige Hydrauliksysteme versorgt (GRÜN und GELB). Als dritte Quelle kommt noch der Akkumulator im GELBEN System hinzu. Ein Rückschlagventil verhindert, dass Hydraulikflüssigkeit vom Akkumulator in das GELBE Hydrauliksystem zurück fließt. Auch wenn der Druck im GELBEN Hydrauliksystem abfällt, bleibt dadurch der Druck für das Bremssystem erhalten und reicht für einige Bremsbetätigungen.

Normal wird mit Hilfe des GRÜNEN Hydrauliksystems gebremst. Dies wird durch das

Automatic Selector Valve sicher gestellt. Fällt der Druck im GRÜNEN System jedoch ab, so wird die Druckversorgung durch das GELBE System freigegeben. Die Parkbremse ermöglicht ein Bremsen mit GELBEM Hydraulikdruck (von der Pumpe oder vom Akkumulator).

Das Bremssignal wird elektrisch von den Bremspedalen abgenommen und an die BSCU (Braking and Steering Control Unit) weiter geleitet (Braking By Wire). Die BSCU sorgt mit Hilfe des Normal Servo Valve für den richtigen Bremsdruck und verhindert ein Blockieren der Räder (Anti Skid System). Das Anti Skid System berechnet den Bremsdruck mit dem Signal des Tacho Generators und der Geschwindigkeit über Grund aus dem Navigationssystem.

Eine Bremsung mit vorgewählter Verzögerung ist möglich. Dazu wird am Panel LO (low) oder MED (medium) vorgewählt. Für den Start (Startabbruch!) steht MAX zur Verfügung.

Falls der Druck im GRÜNEN System abfallen sollte, so kann mit Hilfe der BSCU und des Alternate Servo Valves im GELBEN System ebenfalls computergesteuert gebremst werden. Anti Skid ist also weiterhin aktiv.

Falls das Braking By Wire nicht funktionieren sollte, so kann das Bremssignal auch mit Hilfe eines hydraulischen Hilfssystems über die Auxiliary Low Pressure Distribution Line an das Dual Valve übertragen werden. Dieses Ventil öffnet je nach Pedaldruck mehr oder weniger und gibt den Bremsdruck frei. Über den Triple Indicator kann der Pilot den Bremsdruck überprüfen und damit ein Blockieren der Räder vermeiden.