



Boeing 707

Kapitel 21 und 36

Druck-Klima-Anlage

Teil 1 Beschreibung

Lufthansa
TECHNISCHE SCHULE

Nur zur Schulung

Ausgabe: 2.69

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Teil 1: Beschreibung

Kap.	21	Seite 1
Datum	2.69	
Bearbeiter	hsi	
Korrektur-Nr.	1	

Die Schulungsunterlage "Druck-Klima-Anlage" ist in zwei Bände aufgeteilt. Teil I enthält den beschreibenden Text, wogegen Teil II die Abbildungen beinhaltet.

Der vorliegende Teil I "Beschreibung" ist in 5 Abschnitte gegliedert, die Abbildungen im Band II sind den 5 Abschnitten zugeordnet.

Die im Maint.-Manual und Techn. Betriebshandbuch (TBH-71-A) vorhandene Aufteilung in die Kapitel 21 + 36 wurde aus Gründen der Zweckmäßigkeit für den Unterricht nicht beibehalten. Die Gesamtanlage wird unter Kapitel 21 geführt.

Die von Boeing im Frühjahr 1969 zu liefernden zwei 707 C sind bereits in dieser Schulungsunterlage enthalten. Werden nach Ablieferung und Aufrüstung Abweichungen gegenüber der hier beschriebenen Ausführung festgestellt, wird ein Nachtrag zu den beiden Bänden herausgegeben.

Auch die an die Luftwaffe gelieferten 707 C sind mit erfasst und werden unter der Bezeichnung 707 C BWB geführt.

Soweit in den Systemteilen zwischen den Ausführungen 707 A, B, C und BWB keine oder nur geringe Unterschiede bestehen, gilt die Beschreibung für alle Ausführungen. Ist die Darstellung nicht für alle 707-Typen gültig, ist in der Überschrift oder rechts am Abschnittsanfang des Textes ein entsprechender Vermerk, z.B. nur 707 C. Innerhalb der einzelnen 707-Typen bestehen auch noch Unterschiede. So kommt es z.B. zu Vermerken wie: 1. bis 3. 707 B, ab 4. 707 B usw.

Wegen der Vielzahl von Variationen wird zur Erleichterung und zur besseren Übersicht sowohl eine Flottenliste als auch eine Unterschiedsliste am Anfang des Einführungsabschnittes gebracht. Das Inhaltsverzeichnis gibt nur eine Teilauskunft über die Unterschiede.

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Einführung	
1.1 Tabelle der 707-Flotte	
1.2 Tabelle der wesentlichen Unterschiede	
1.3 Einführung	
2 Luftversorgung	Pneumatic System
2.1 Direkte Triebwerks-Luftentnahme	Engine Bleed Air (EBA)
2.2 Turboverdichter	Turbocompressor (T/C)
2.3 Regelung des T/C	T/C-Control
2.3.1 T/C-Betrieb	T/C-Operation
2.3.2 Drehzahl-Regelung	Normal RPM Control
2.3.3 Pumpverhütung	Surge Bleed Operation
2.3.4 Schmelzsicherung	Fuse Plug
2.3.5 Überdrehzahl-Abschaltung	Overspeed Trip Operation
2.4 T/C-Anbau	T/C Installation
2.4.1 T/C-Anbau 707A	T/C Installation Turbojet
2.4.2 T/C-Anbau 707B/C	T/C Installation Turbofan
2.5 Luftregler	Pneumatic Valves
2.5.1 Druckregler	Pressure Regulator Valve
2.5.2 Absperrklappe	Shutoff Valve
2.5.3 Luftfilter	Air Filter
2.6 Ein- und Abschaltung des T/C	
2.7 Abnormale Zustände des T/C	
3 Luftverlauf	Air Distribution
3.1 Luftverlauf Triebwerk-Tragfläche	
3.2 Luftverlauf-Verteilerzentrale	
3.3 Luftverteilung Rumpf	
3.4 Luftverteilung Führerraum	

3.5	Das Frischluft-System	Gasper-System
3.6	Die Frachtraum-Beheizung	Cargo Compartment Heating
3.6.1	Temperatur-Überwachung im vorderen Frachtraum	Temperature Indication Lower Fwd. Cargo Compt.
3.7	Umschaltbarkeit des vorderen, unteren Frachtraum	
3.7.1	Ladeversion B	
3.7.2	Ladeversion D	
3.8	Die unteren Frachträume	Lower Cargo Compartments
3.9	Luftverlauf in Toiletten und Anrichten	
3.10	Gerätekühlung	Equipment Cooling
3.10.1	Gerätekühlung ab 4. 707C	
4	Klimaregelung	Air Conditioning
4.1	Verteilerzentrale und Kühlanlagen	
4.2	Verteilerzentrale	Air Cond. Distr. Bay
4.2.1	Hauptkabinen Temperatur Regeleinheit	Main Cabin Temp. Control Valve
4.2.2	Führerraum Temperatur Regeleinheit	Control Cabin Temp. Control Valve
4.2.3	Handantrieb 707A	Manual Override
4.2.4	Handantrieb 707B/C	Manual Override
4.3	Kühlanlagen	Cooling Pack
4.3.1	Erster Wärmeaustauscher	Primary Heatexchanger
4.3.2	Kühlturbine	Air Cycle Machine
4.3.3	Zweiter Wärmeaustauscher	Secondary Heatexchanger
4.3.4	Wasserabscheidung	Water Separation
4.3.5	Eisverhütungs-Einrichtung	Anti-Icing
4.3.6	Absperr- und Regelklappen	Valves

- | | | |
|-------|---|------------------------------|
| 4.4 | Stauluft- (Kühlluft) Regelung | Ram Air System |
| 4.4.1 | Stauluft-Regelung 707A | |
| 4.4.2 | Stauluft-Regelung 707B/C | |
| 4.4.3 | Fahrweise der Kühlluft-Klappen | |
| 4.4.4 | Stauluftversorgung der Kabinen | |
| 4.5 | Temperatur-Steuerung | Temperature Control |
| 4.5.1 | Klappensteuerung | |
| 4.5.2 | Ablauf der Klappen- und Temperatur-Steuerung 707A | |
| 4.5.3 | Ablauf der Klappen- und Temperatur-Steuerung 707B/C | |
| 4.6 | Automatische und manuelle elektrische Steuerung | Automatic and Manual Control |
| 4.6.1 | Schaltbild 707A | |
| 4.6.2 | Temperatur-Regler | |
| 4.6.3 | Regulator und Sensor | |
| 4.6.4 | Grenzbereiche der Klimaanlage | |
| 4.6.5 | Schaltbild 707B/C | |
| 4.6.6 | Temperatur Überwachung | |
| 4.7 | Zusatz-Heizungen | Additional Heating Systems |
| 4.7.1 | Führerraum Zusatzheizung | |
| 4.7.2 | Zonen Zusatzheizung | |
| 4.8 | Justierung der Anzeigen | |
| 5 | Druckregelung | Pressurization |
| 5.1 | Die Anlage | |
| 5.1.1 | Der Kabinendruckregler | |
| 5.1.2 | Der Kabinendruck-Handregler | |
| 5.1.3 | Die Abluft-Sicherheitsregler | |
| 5.1.4 | Die Prüfventile | |
| 5.1.5 | Die Strahlpumpen | |

5.2 Wirkungsweise

5.2.1 Elektrische Übersteuerung

5.3 Anzeigen

5.3.1 Kabinen-Höhenwarnung

Cabin Altitude Warning

5.3.2 Doppelhöhenmesser und
Differenzdruck-Anzeiger

Dual Altimeter and Diff.
Pressure Indicator

5.3.3 Kabinen-Variometer

Rate of Change Indicator

5.4 Prüf-Aufdruckpunkt

6 Anhang

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Allgemeine Einführung

Kap. 21-1 Seite 1

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

1.1 Tabelle der 707 - Flotte (Stand 1.11.1968)Boeing 707 - 430 (707 A)

<u>Werk-Nr.</u>	<u>Prod.-Nr.</u>	<u>Kennzeichen</u>	<u>Name</u>
17718	4001	D-ABOB	Hamburg
17719	4002	D-ABOC	Berlin
17720	4003	D-ABOD	Frankfurt
17721	4004	D-ABOF	München
18056	4005	D-ABOG	Bonn

Boeing 707 - 330 B (707B)

18462	5301	D-ABOV	
18463	5302	D-ABOT	Düsseldorf
18819	5303	D-ABOX	Köln
18923	5304	D-ABUB	Stuttgart
18926	5305	(D-ABUC) CC-CEA	LAN
18927	5306	D-ABUD	Nürnberg
18928	5307	D-ABUF	Hannover
18929	5308	D-ABUG	Essen
18930	5309	D-ABUH	Dortmund
18931	5310	D-ABUK	Bochum
19315	5311	D-ABUL	Duisburg
19316	5312	D-ABUM	Bremen

Boeing 707 - 330 C (707C)

18937	8051	D-ABUA	Europe
18932	8052	D-ABUE	America
19317	8053	D-ABUI	Asia
20123	8054	D-ABUJ	Afrika
20124	8055	D-ABUO	

Boeing 707 - 307 C (707C-BWB)

19997	8221	10-01	
19998	8222	10-02	
19999	8223	10-03	
20000	8224	10-04	

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Allgemeine Einführung

Kap. 21-1 Seite 2
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr.

1.2 Unterschiedsliste

<u>Abschrift</u>	<u>gültig für</u>
21-2 Hochdruck-Anschluß für Press. Regulator und Shutoff Valve Kanal-Druckmessung in H ₂ O.	707B/C + BWB 707B/C + BWB
21-3 Zusätzlicher Warmluftauslaß für Co-Piloten. Zusätzlicher Decken-Luftauslaß vor den hinteren Toiletten. Umschaltbarkeit vord. Frachtraum und Temperatur-Überwachung <u>Gasper-System:</u> Surge Bypass Valve Flow Limiter Trennstelle an der PSU Piloten-Frischlufthdüsen oberhalb der Frontscheiben 4 kleine verstellbare Auslässe im Führerraum oben hinten geändertes Geräte-Kühlsystem	ab 4. 707B und 1. bis 3. 707C ab 3. 707C und 707C BWB alle 707 der DLH 11. + 12. 707B, ab 3. 707C und 707C BWB 707A und 1. bis 3. 707B 707C und 707C BWB ab 4. 707C und 707C BWB ab 4. 707C und 707C BWB ab 4. 707C und 707C BWB
21-4 erweitertes Kühlklappen-System Kühlklappen-Stellungsanzeige Handkurbel für Mixvalve im Führerraum Crew Aux. Heat Valve Zone Temp. Control El. Führerraum-Zusatzheizung Lage der Sensor und Lage, sowie Anzahl der Bulb Wandbeheizung der Notausstiege (siehe Kapitel Zelle)	707B/C und 707C BWB 707B/C und 707C BWB 707B/C und 707C BWB 707C u. 707C BWB ab 4. 707C und 707C BWB ab 4. 707C und 707C BWB unterschiedlich nur 707C BWB
21-5 Testvalves hinter FE-Panel Elektrisch übersteuerbare Outflow Valves (1 Stück = Safety Valve) Neue Elektro-pneum. Druckregelung	nur 707A nur 707C nur 707C BWB

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Allgemeine Einführung

Kap. 21-1 Seite 3
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr.

1.3 Einführung (Abb. S. 1 bis 8)

Introduction

Die hier zu beschreibenden Baumuster 707A,B,C und 707C BWB haben als neuzeitliche Flugzeuge umfangreiche Einbauten für die Druck- und Klima-Anlage. Die Anlagen arbeiten weitestgehend automatisch.

Folgende Hauptforderungen sind zu erfüllen:

- 1) Ein allseitig gut abgeschlossener Raum (Druckkabine) mit möglichst geringen Luftleckagen,
- 2) Versorgung mit ausreichend großen Mengen reiner, komprimierter und damit erwärmter Luft,
- 3) Temperaturbehandlung der Luft, bevor diese die Kabine erreicht,
- 4) Steuerung des Kabinendruckes in den zugelassenen Grenzreichen durch Regelung der Abluftmenge,
- 5) automatische Begrenzung eines maximalen Überdruckes des Druckraumes (maximaler Differenzdruck zwischen Kabine und Atmosphäre).

Zur Lieferung komprimierter Frischluft können zwei unterschiedliche Lieferquellen eingesetzt werden. Bevorzugt werden die auf die Triebwerke 2,3 und 4 aufgebauten Turboverdichter (T/C), die von dem zugehörigen Triebwerk pneumatisch angetrieben werden.

Zum anderen kann direkt von dem Niederdruckverdichter jedem einzelnen Triebwerk komprimierte Luft entnommen werden (Engine Bleed Air = EBA). Beide Druckquellen können kombiniert werden mit der Ausnahme, daß kein Triebwerk mit beiden Luftentnahmen zugleich belastet werden darf.

Die von den Turboverdichtern, vom Triebwerksverdichter (EBA) oder einer Kombination beider gelieferte komprimierte und erwärmte Frischluft wird in der Verteilerzentrale (Air Conditioning Distribution Bay) gesammelt. Ein Temperatur-Regelgerät in der Verteilerzentrale, zugeordnet zur Hauptkabine (Main Cabin) steuert wahlweise unterschiedliche Mengen Warmluft zu zwei parallel arbeitenden und gleichen Kühlanlagen. Einbauort der Kühlanlagen ist unter dem Tragflächen-Mittelstück (Air Cond. Bay). Nach Mischung der gekühlten mit der ungekühlten Luft durch das Main Cabin-Regelgerät wird die Mischluft zweckmäßig der Fluggastkabine zugeführt.

In der Verteilerzentrale befindet sich ein zweites Temperatur-Regelgerät. Hier wird für den Führerraum (Control Cabin) gekühlte und ungekühlte Luft zweckmäßig gemischt und zu Auslässen im Führerraum geleitet.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Allgemeine Einführung

Kap. 21-1 Seite 4
Datum 2.69
Bearbeiter hsi
Korrektur-Nr.

Meistens etwas kühlere Luft wird in der Verteilerzentrale für die Frischluftdüsen im Führerraum und in der Hauptkabine abgezweigt. Alle 707-Baumuster besitzen in diesem System ein Verstärkungsgebläse.

Der vordere Frachtraum kann mit Luft aus der Verteilerzentrale durchspült werden. Die Luft kann über einen Elektroheizer auch beheizt werden. Durch den Einbau einer Neuerung in alle 707 der DLH ist eine Umschaltbarkeit gegeben. Die Luftdurchspülung und die Beheizbarkeit ist dann abschaltbar.

Die Druckhaltung wird durch Steuerung der Abluftmenge über Abluftregler erzielt. Die vollautomatische Druckregelung kann "von Hand" übersteuert werden. Damit ist es möglich, bis zur erreichbaren Flughöhe höhere Luftdrücke in den Räumen gegenüber dem Außenluftdruck zu bestimmen, also Druckkabine zu fahren. Eine automatische Begrenzung des Differenzdruckes erfolgt bei 8,6 psi = 0,6 kp/cm², die Sicherheitsregelung spricht bei 9,42 psi = 0,66 kp/cm² an. Zum Druckraum gehören der Führer- und der Fluggastraum, der Bugraum, der Elektrogeräteraum, der Klimaanlage-Verteilerraum und die beiden Frachträume.

Die Bedienung und Überwachung aller zur Druck-Klima-Anlage gehörenden Systeme erfolgt vom Platz des Flugingenieurs aus.

Es lohnt sich, bei der weiteren Durchsicht dieser Schulungsunterlage, zu den Abbildungen der Bedientafel und der schematischen Übersicht der zugehörigen Ausführungsart zurückzublättern. Ein Teil der Bauunterschiede ist hier schon sichtbar.

Wird in diesem Teil I-Beschreibung ein Hinweis auf Abb. Seite .. gemacht, so ist die Abbildung im "Teil II - Abbildungen" im gleichbezeichneten Abschnitt auffindbar.

2 Luftversorgung (Abb. S. 1 u. 2) (TBH Kap. 36)

Pneumatic System

Das Pneumatic-System versorgt die Kabinen-Klima-Anlage, Kabinen-Druckanlage und das Motor-Startsystem mit unter hoher Temperatur stehender komprimierter Luft. Die Hauptversorgung dieser Anlagen erfolgt durch drei Turboverdichter (T/C), die oberhalb der Triebwerke 2,3 und 4 eingebaut sind.

Eine weitere Luftversorgung kann durch Anzapfung des Niederdruck-Verdichters aller vier Triebwerke erfolgen. Diese Motor-Abzapfluft (Engine Bleed Air) kann entweder zur Luftversorgung der thermischen Enteisungsanlage der Tragflächennase oder zur Luftversorgung des T/C-Verbindungskanals in den Tragflügeln verwendet werden.

Eine Kombination von T/C- mit EBA-Druckluft ist für die Druck-Klima-Anlage möglich, es darf aber kein Triebwerk mit beiden Entnahmen zugleich belastet werden.

Ein in der Flächennase jeder Tragflächenseite liegendes Sammelrohr nimmt die T/C- und EBA-Druckluft auf. Im Rumpf, und zwar in der Verteilerzentrale, ist die rechte und linke Flächen-Rohrleitung durch ein Zwischenrohr verbunden.

Für ein am Boden stehendes Flugzeug tritt nach eine dritte Möglichkeit der Luftversorgung hinzu. Über den Außenbord-Anschluß Pos. 17 kann ein Bodenaggregat oder eine andere Quelle Druckluft in das Zwischenrohr drücken. Der Anschluß befindet sich auf der rechten unteren Rumpfseite etwa unterhalb der Flächennase (STA 600J + 5,4"). Dieser 3 Zoll-Anschluß sitzt hinter einem Deckel, der Rohrverschluß wird durch ein Rückschlagklappenpaar (Check Valve) gebildet. Zum Betreiben der Klima-Anlage wird der Bodenanschluß kaum benutzt. Im allgemeinen wird die eingeleitete Druckluft zum Starten der Triebwerke verwendet. Dabei muß eine von der Klimaregelung schaltbare Schließstellung der Klappen 15, 16, 26 und 27 und eine Öffnung der Klappen 25 herbeigeführt werden. Bei den 707C-Flugzeugen muß das Crew Aux. Heat Valve Pos. 31 geschlossen sein. Unter Nutzung des Rohrleitungssystems zu den Triebwerken wird die Druckluft zu den "Engine Starter Shutoff Valves" Pos. 13 gelangen.

Besonders für den Triebwerksstart, aber auch zur laufenden Überwachung während des Betriebes der Druck-Klima-Anlage, ist eine Drucküberwachung eingebaut. Am Zwischenrohr in der Verteilerzentrale erfolgt die Druckentnahme zum Druckgeber (Transmitter) Pos. 14, der auf einem Längsprofil an der hinteren Wand der Verteilerzentrale sitzt. Die Statikleitung führt durch das Druckschott in den Raum der rechten Klimaanlage zum Sensing Fitting Pos. 28. Der gemessene Differenzdruck in PSIG wird vom Transmitter elektrisch auf ein Anzeigeelement übertragen, das sich in der oberen FI-Bedientafel befindet.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 2

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

Alle Instrumente, Schalter und Lampen für das Pneumatic-System befinden sich an der oberen FI-Bedientafel, hierzu siehe Abschnitt 21-1. Jedem Turboverdichter ist ein "START-STOP" - Schalter, ein Tachometer und Lampen für Öl-Unterdruck und Überdrehzahl-Abschaltung zugeordnet. Für jede der vier Engine-Bleed-air-Klappen Pos. 19 ist ein Zweilagenschalter für "OPEN" und "CLOSE" - Schaltung vorgesehen. Ebenfalls einen Zweilagenschalter (verriegelt) hat jedes der beiden Wing Isolation Valves Pos. 25.

In der Beschreibung der beiden Druckquellen, und zwar Turboverdichter und Engine Bleed Air, soll das EBA-System zuerst beschrieben werden, auch wenn dem T/C im Flugbetrieb der Vorzug gegeben wird.

2.1 Direkte Triebwerks-Luftentnahme

Engine Bleed Air (EBA)

Abb. S. 3 und 4

Alle vier Triebwerke haben einen Luftentnahmeflansch hinter ihrem Niederdruckverdichter. Von dem Anschluß führt eine Rohrleitung durch den Triebwerksträger in Richtung Flächen-nase und mündet im Sammelrohr der Eisverhütungsanlage (Anti-Icing-System). Im Triebwerksträger ist diese Rohrleitung durch ein Zwischenrohr mit dem Pneumatic Duct verbunden. Im das Zwischenrohr ist eine Absperrklappe (Engine Bleed Air Shutoff Valve) und eine Drossel, dargestellt durch eine Rohreinengung, eingebaut. Die durch einen E-Motor betätigte Absperrklappe wird mittels eines Zweilagenschalters am FI-Panel, benannt "Engine Bleed Air", für jedes Triebwerk einzeln in Öffnungs- oder Schließstellung gefahren. Es besteht also die Möglichkeit, bei Lauf der Triebwerke Druckluft aus dem Niederdruckteil (N1) jedes Triebwerk-Kompressors in die Rohrleitung zur Kabine zu drücken.

Die 707A enthält oberhalb des FI-Panels einige Hinweise für den Einsatz des EBA-Systems. Die Luftmengen sind nicht regelbar, es erfolgt nur eine Drosselung durch die oben erwähnten Rohreinengung. Mit zunehmender Flughöhe nimmt die Fördermenge schnell ab. Das ist bedingt durch die Abnahme des Außenluftdruckes, des abnehmenden Kompressionsverhältnisses des Triebwerkes und die Zunahme des Kabinen-Differenzdruckes.

Durch Betätigung des "Engine Fire Switch", zugeordnet jedem einzelnen Triebwerk, wird das betreffende geöffnete EBA-Valve auch geschlossen.

2.2 Turboverdichter (T/C)**Turbocompressor**

Abb. S. 5

Bei den 707-Flugzeugen reicht die Luftversorgung durch direkte Triebwerk-Luftentnahme (EBA) selten aus. Turboverdichter, in der Folge kurz T/C genannt, sind nicht so sehr von den unterschiedlichen Motor-Drehzahlen und den verschiedenen Flughöhen abhängig. Gegenüber dem EBA-System ist bei den T/C der Abfall in der Luftmengenlieferung bei zunehmender Flughöhe und bei Gegendruck klein.

Die Triebwerke 2,3 und 4 sind mit je einem T/C ausgerüstet.

Die T/C können zwei Aufgaben erfüllen:

1. Sie liefern verdichtete und erwärmte Frischluft für die Druck- und die Klima-Anlage.
2. Die komprimierte Luft kann für den Start der Triebwerke eingesetzt werden.

Der T/C ist ein selbstregelndes Aggregat. Ein T/C besteht aus der Kombination einer Radialturbine mit einem Zentrifugalverdichter auf gleicher Welle. Die Welle ist in einem Mittelgehäuse gelagert, dessen unterer Teil den Ölsumpf darstellt (Oilsump Pos. 25). Ein Peilstab (Dip Stick, Pos. 14) verschließt die Öfüll-Öffnung und gestattet eine Messung des Ölstandes. Wegen entgegengesetzter Schräglage der linken zu den rechten Triebwerken sind zwei Füllmarken auf dem Peilstab angebracht. Die Bezeichnung ist "LEFT WING FULL" und "RIGHT WING FULL". Das ganze System einschließlich Ölkühler und Leitungen faßt etwa 0,7 Gallonen vorgeschriebenes Öl, der Sumpf allein enthält davon etwa 1,89 Liter. Während des normalen Flugbetriebes verbraucht jeder T/C bis max. 10 ccm Öl pro Stunde. Auf beiden Seiten des Ölsumpfes sind Verschlußstopfen angebracht (Oil Drain Plug Pos. 16 und 24). Die Stopfen werden auch zur Kontrolle eines metallischen Abriebes benutzt, zu diesem Zweck sind sie mit einem Magneten versehen. Nach dem Ausschrauben eines Stopfens verschließt ein darunter sitzendes Check Valve die Öffnung. Soll das Öl aus dem Ölsumpf abgelassen werden, muß der Abführschlauch einen Druckstift enthalten, der das Check-Valve öffnet.

An dem Mittelgehäuse und an der Vorderseite des Kompressors sowie in dem weiterführenden Luftrohr sind eine Anzahl Regler usw. mit ihren Rohrleitungen angebaut. Teils handelt es sich um pneumatische und teils um hydraulische Regel-Systeme.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 4
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr.

Die Öffnungen der Meßdüsen (Orifice) Pos. 9 und 12 sind bei der Einstellung des T/C auf dem Prüfstand mit bestimmten Durchmessern gewählt worden. Die Bohrungen dürfen weder verstopft sein noch erweitert werden, da sonst Störungen im Lauf des T/C zu erwarten sind. Pos. 13 stellt den elektrischen Hauptanschluß für die einzelnen Stromkreise einschließlich Absperrklappe dar.

Bei Einsatz der Triebwerks-Enteisung wird auch Warmluft zur Kompressorhülse und zum Mittelsteg direkt vor dem Kompressor geleitet. Der Schraubstutzen Pos. 11 nimmt das Zuführrohr für den Mittelsteg auf.

Das Surge Valve Pos. 15 gehört zum Regelkreis des T/C und darf nur zusammen mit dem T/C gewechselt werden.

An den Stutzen "OIL COOLER CONNECTION OUT" wird das Rohr zum Ölkühler angeschlossen. Das Vorlaufrohr vom Ölkühler gehört an den Stutzen "OIL COOLER CONNECTION IN". Dort befindet sich auch der Ölfilter.

Sämtliche Justierschrauben und Muttern an den Reglern des T/C dürfen nicht verstellt werden.

Der in der Abb. S. 5 dargestellte T/C gehört auf ein Rolls-Royce-Triebwerk der 707A. Der T/C auf einem Triebwerk der 707 B/C hat einen nach oben versetzten Anschluß am Turbinengehäuse, ein langes Zwischenrohr zwischen T/C und Surge Valve sowie einige kleinere Änderungen.

Jeder T/C wird durch Druckluft aus der letzten Stufe des Hochdruck-Verdichters seines zugehörigen Motors angetrieben. Auf der linken Seite des Motorgehäuses wird die Luft aus einem Flanschanschluß entnommen. Über einen Druckregler (Pressure Regulator) sowie eine Absperrklappe (Shutoff Valve) wird die Motorluft der Turbine des T/C zugeführt.

Der normale Start und die Abschaltung jedes T/C erfolgen durch je einen Schalter am FI-Panel mit der Bezeichnung "START" bzw. "STOP". Beide Schaltstellungen sind Momentanstellungen, also federbelastet zur Mittelstellung. Durch die Betätigung des Schalters geht die Absperrklappe (Shutoff-Valve) in die gewählte START-, d.h. Offenstellung bzw. in die STOP-, d.h. Schließstellung. Damit wird der T/C auf dem betreffenden laufenden Triebwerk in Betrieb gesetzt bzw. abgeschaltet. Der Druckregler (Pressure Regulator) soll die angezapfte Triebwerks-Druckluft auf einen maximalen Druckwert von ca. 76 PSIG regeln.

2.3 Regelung des T/C**T/C-Control**

Die Beschreibung der Regelung des T/C erfolgt in mehreren Abschnitten. Es werden die normale Drehzahl-Regelung, die Beeinflussung bei Pumpzuständen und die Überdrehzahl-Abschaltung getrennt beschrieben. Vorweg soll aber an einem Übersichts-Schnittbild eine Einleitung zu den einzelnen Abschnitten gegeben werden.

2.3.1 T/C-Betrieb**T/C-Operation**

Abb. S. 6

Wird bei laufendem Triebwerk der T/C-Schalter am FI-Panel auf "START" gedrückt, öffnet die Absperrklappe Pos. 1. Geregelte 76 PSIG-Druckluft beaufschlagt die Turbine Pos. 2 und vergrößert ihre Leerlauf-Drehzahl. Von der Verbindungswelle zum Kompressor des T/C wird über ein Zahnradpaar eine Ölpumpe Pos. 6 angetrieben. Sie saugt durch einen Filter aus dem Sumpf und drückt in Richtung des Ölkühlers. Der Öldruck wird von einem Überdruckventil Pos. 18 auf 300 PSIG begrenzt. Vom Ölkühler zurückkommend durchströmt das Öl den Filter Pos. 5. Ein Umgehungsventil Pos. 20 begrenzt den Filter-Differenzdruck. Das Überdruckventil Pos. 17 reguliert den Systemdruck auf 100 PSIG. Ab hier beginnt die Aufteilung für die einzelnen Regelsysteme:

- a) Der Öldruckschalter Pos. 15 öffnet mit steigendem Druck bei 45 bis 65 PSIG und bringt das "Low Oil Press. Light" am FI-Panel zum Erlöschen.
- b) Hinter einer Steuerdrossel (Orifice) wird Drucköl zu einem Kolben im "SURGE BLEED ACTUATOR" Pos. 19 gebracht. Den Öldruck auf dem Kolben und damit den Schließgrad des "SURGE BLEED VALVE" bestimmt der "SURGE BLEED CONTROLLER" Pos. 11.
- c) Von den zwei im Gehäuse verlaufenden Ölrohren versorgt eines die Kugellager und die Zahnräder mit einem Ölnebel.
- d) Im zweiten Rohr wird Öl durch eine Steuerdrossel (Orifice) zum "AIR FLOW CONTROLLER" Pos. 10 und zum "SPEED TOPPING CONTROLLER" Pos. 16 geführt und wirkt außerdem auf einem Kolben im "TURBINE NOZZLE ACTUATOR" Pos. 3.

e) Von dem Druckrohr hinter der vorher erwähnten Zahnradpumpe Pos. 6 zweigen zwei Leitungen ab. Eine Leitung bringt den von der Turbinen-Drehzahl abhängigen Öldruck in die Oberkammer des "SPEED TOPPING CONTROLLER" Pos. 16. Die zweite Leitung mit dem gleichen variablen Druck versorgt die Zentrifugalpumpe Pos. 13 mit Vorlauföl. Die Zentrifugalpumpe mit jeweils gleicher Drehzahl wie die Zahnradpumpe erhöht den Öldruck und drückt in die Unterkammer des "SPEED TOPPING CONTROLLER" Pos. 16.

In den folgenden Unterabschnitten werden die einzelnen Regelsysteme zusammen mit schematischen Darstellungen durchgesprochen. Die schematischen Darstellungen sind Teile der hier benutzten Abb. 6. Zur Orientierung und um den Zusammenhang zu finden, sollte immer wieder auf die Abb. 6 zurückgeblättert werden.

2.3.2 Drehzahl-Regelung

Normal RPM Control

Abb. S. 7

Die schematische Darstellung zeigt die Bauteile zur Drehzahlregelung und zur Drehzahl-Begrenzung.

Die Drehzahl der Turbine und damit die Luftleistung des Verdichters ist vor allem abhängig von der Stellung der Leitschaufeln (Nozzle) am Einlaßring zum Turbinenläufer.

Bei stillstehendem T/C haben die Leitschaufeln den Antriebs-Luftdurchtritt fast ganz geschlossen, Der Gesamtquerschnitt ist verringert auf $0,5 \text{ inch}^2 = 3,2 \text{ cm}^2$. In der Abbildung ist nur eine Leitschaufel gezeichnet. Der ganze Umfang des Einlaßringes ist mit Leitschaufeln besetzt. Die Feder im "TURBINE NOZZLE ACTUATOR" (Leitschaufel-Verstellung) hat über ein Gestänge und einen Zahnkranz alle Schaufeln in Schließstellung gebracht. Eine Öffnung der Schaufeln und damit eine Drehzahlsteigerung des T/C erfolgt durch Öldruck, der entgegengesetzt zur Feder den Zahnkranz beeinflusst.

Wird bei laufendem Triebwerk der T/C gestartet, läuft er infolge der weitgehend geschlossenen Schaufeln langsam an. Die angetriebene Zahnradpumpe (Oil Pump) bringt das Ölsystem auf Druck, der im "TURBINE NOZZLE ACTUATOR" den Kolben gegen die Feder zu bewegen beginnt und den Luftquerschnitt zum Turbinenläufer vergrößert. Eine laufende Drehzahlsteigerung ist die Folge.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 7

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

Um anfangs schnelle Drehzahl-Steigerungen zu vermeiden, ist im Einlaß zum "NOZZLE ACTUATOR" eine Drossel (Restricted Check Valve) eingebaut. Das Ventil im "AIR FLOW CONTROLLER" ist geschlossen.

Auch der Verdichter hat die Drehzahlsteigerungen mitgemacht. Der "AIR FLOW SENSOR" (Luftflußregler) im Verdichterauslaß hat steigende Differenzdrücke zum "AIR FLOW CONTROLLER" übermittelt. Die Folge ist ein beginnendes Öffnen des Ventils im "AIR FLOW CONTROLLER". Der schnell ansteigende Öldruck von der Oil Pump wird damit hinter dem Orifice verzögert. Das hat auch eine Verlangsamung der Drehzahlsteigerung zur Folge.

Das Ground Mode Solenoid ist geschlossen, damit sich der Druckanstieg im High Static Rohr voll auswirken können im "AIR FLOW CONTROLLER". Der Öldruck im "TURBINE NOZZLE ACTUATOR" ist nicht sehr hoch, demzufolge ist der Öffnungsgrad der Nozzle klein und die Drehzahl des T/C erreicht nicht ihr Maximum. Eine Beschleunigung des T/C durch Steigerung der Triebwerksdrehzahl ist nur anfangs möglich, der T/C stabilisiert sich auf ca. 60% seiner max. Drehzahl. Voraussetzung ist ein nur geringer Widerstand im Compressor Air Outlet. Durch Schaltungen im Bereich der Druck-Klima Anlagen wird dieser Widerstand in unterschiedlicher Höhe vergrößert. Das erzeugt eine Abnahme der Luftgeschwindigkeit. Durch den "AIR FLOW SENSOR" wird eine Verringerung des Öffnungsgrades am Ventil im "AIR FLOW CONTROLLER" gesteuert.

Der daraus resultierende Öldruckanstieg im "TURBINE NOZZLE ACTUATOR" bewirkt über die weitere Öffnung der Nozzle eine Drehzahlzunahme des T/C.

Eine Drehzahlsteigerung des T/C wird auch eingeleitet, wenn durch bestimmte Schaltungen das "GROUND MODE SOLENOID" erregt wird. Über das Orifice am Solenoid erfolgt eine Druckabnahme in der High Static Leitung, was eine Drosselung der Ölrückführung mit Öldruckanstieg im ACTUATOR verursacht. Wie oben geschildert, ergibt sich eine Drehzahlsteigerung des T/C.

Die Begrenzung der normalen maximalen Drehzahl des T/C erfolgt durch den "SPEED TOPPING CONTROLLER" (Drehzahlbegrenzer). Bei laufendem T/C wird die Zahnradpumpe die Oberkammer des "SPEED TOPPING CONTROLLER" mit Öldruck versorgen. Die Zentrifu-

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 8

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

galpumpe erhöht den ihr zugeführten Öldruck abhängig von der Drehzahl des T/C und leitet ihn in die Unterkammer des "SPEED TOPPING CONTROLLER". Die auf die maximale Drehzahl justierte Feder in der Oberkammer des "SPEED TOPPING CONTROLLER" wird bei Erreichen dieser Drehzahl durch den Zentrifugalpumpen-Überdruck überdrückt und öffnet das Ventil. Der Öldruck zum "NOZZLE ACTUATOR" kann nicht mehr ansteigen und den Luftquerschnitt zum Turbinenläufer vergrößern. Dadurch wird die Drehzahlsteigerung beendet und die Drehzahl auf den normalen maximalen Wert von 47000 ± 1000 RPM begrenzt.

Drehzahlen in RPM (Umdrehungen pro Minute) sind am FI-Panel nicht ablesbar. Auf einem jedem T/C zugeordneten Instrument werden die Drehzahlen in Prozent angezeigt, wobei 100% etwa 49000 RPM entspricht. Beim Erreichen der normalen maximalen Drehzahl, gesteuert vom "SPEED TOPPING CONTROLLER", steht die Instrumentennadel etwa bei 96%. Der auf das Instrument wirkende Tachometer Generator befindet sich im Mittelgehäuse des T/C und ist an die Zentrifugalpumpe angebaut.

Bei freiem Lufteinlaß zum Verdichter hat die STATIC-Meßleitung im Lufteinlaß des Verdichters kaum Einfluß auf den "AIR FLOW CONTROLLER" ausgeübt. Wird der Lufteinlaß stark gedrosselt oder ganz abgesperrt (Fremdkörper im Verdichtereinlaß oder Abdeckung am Einlaß wurde nicht entfernt), entsteht im Ansaugrohr ein Unterdruck. Die Membran zwischen der oberen und mittleren Kammer des "AIR FLOW CONTROLLER" wandert nach oben und öffnet das Ventil. Der Öldruck im "TURBINE NOZZLE ACTUATOR" fällt, der Kolben wandert nach oben und schließt über das Gestänge die Nozzle der Turbine. Der T/C nimmt eine mehr oder weniger verringerte Drehzahl an.

2.3.3 Pumpenverhütung

Surge Bleed Operation

Abb. S. 8

Die sinngemäß kürzeste Übersetzung für den Ausdruck "SURGE BLEED" wäre wohl "Pumpverhütungs-Auslaß".

Im folgenden Text sollen die Ursachen des Pumpzustandes und die Arbeitsweise der Regler beschrieben werden.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 9
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr.

Bei steigendem Gegendruck in der Abgabelitung des Verdichters nimmt die Geschwindigkeit der geförderten Luftmenge ab. Die Drehzahl des T/C nimmt zu. Im extremen Fall kann ein Teil der angesaugten Luft auf der vorderen Seite des Verdichter-Schaufelrades zurückströmen und wird erneut komprimiert. Diese Wirkung nennt man beginnenden Pumpzustand (Surge Condition). Er ist mit Temperaturzunahme über der Kompressionserwärmung verbunden. Hohe Gegendruckstöße und Druckwellen im Verdichterauslaß führen zu instabilen Förderzuständen und können ebenfalls zu Pumpzuständen führen. Die "SURGE-BLEED"-Klappe soll durch geringe Öffnung einen beruhigten Luftfluß herbeiführen und das "Pumpen" verhindern. Die schematische Darstellung zeigt die Bauteile, die für diese Regelung am T/C angebracht sind.

Die "SURGE BLEED"-Klappe ist bei Stillstand des T/C ganz geöffnet. Eine Feder hat den Kolben im "SURGE BLEED VALVE ACTUATOR" nach oben gedrückt, da auf der Oberseite des Kolbens kein Ölüberdruck gegenüber der Unterseite vorhanden ist. Das Ventil im "SURGE BLEED CONTROLLER" ist durch die eingebaute Feder ganz geöffnet.

Wird der T/C gestartet, baut die Ölpumpe Öldruck auf. Hinter dem Orifice fällt derselbe stark ab, da das Ventil im Controller noch geöffnet ist.

Im Verdichterauslaß werden bei Drehzahlsteigerung sich ständig erhöhende Differenzdrücke durch den "SURGE BLEED PRESSURE SENSOR" auf die Membran im "SURGE BLEED CONTROLLER" gegeben. Das Ventil im "SURGE BLEED CONTROLLER" verschließt den Ölrücklauf mehr und mehr. Der Öldruck in dem "CONTROL OIL"-Rohr steigt und wirkt auf dem Kolben des "SURGE BLEED VALVE ACTUATOR". Die "SURGE BLEED"-Klappe beginnt zu schließen.

Solange die Luftgeschwindigkeit im Auslaßkanal des Verdichters groß genug ist, um genügend hohe Differenzdrücke am "SENSOR" zu erzeugen, werden das Ventil im "CONTROLLER" und die "SURGE BLEED"-Klappe geschlossen bleiben.

Treten Pumpzustände ein, die oben beschrieben wurden, steigt der Druck im "LOW STATIC"-Rohr stark an. Der Druck im "HIGH STATIC"-Rohr steigt wesentlich weniger an. Der fallende Differenzdruck auf der Membran bewirkt eine geringe Öffnung des Ventils im "SURGE BLEED CONTROLLER", was einen Öldruckfall und

damit eine geringe Öffnung der "SURGE BLEED"-Klappe zur Folge hat. Entsprechend der Öffnung der Klappe tritt ein Teil der Verdichterluft ins Freie. Die Luftgeschwindigkeit nimmt nicht mehr ab, demzufolge ändern sich die Low- und High-Static-Drücke im Sensor und in der "CONTROL OIL"-Leitung auch nicht mehr. Die etwas geöffnete "Surge BLEED"-Klappe hat den beginnenden Pumpzustand des Verdichters gestoppt.

2.3.4 Schmelzsicherung

Fuse Plug

Abb. S. 6

Versagt bei Pumpzuständen eines der Regelorgane, und öffnet das "SURGE BLEED VALVE" nicht, nimmt der Pumpzustand mit einer ständigen Erhöhung der Lufttemperatur am Verdichterauslaß zu. Das Verdichtergehäuse erwärmt sich steigend. Die Zunahme der T/C-Drehzahl bei Pumpzuständen hat an der Temperatur-Erhöhung erheblichen Anteil. Wie in Abschnitt 2.3.2 beschrieben, bewirkt der fallende Differenzdruck im Air Flow Controller, hier durch die Pumpzustände erzeugt, eine T/C-Drehzahlerhöhung. Wie in der Abbildung ersichtlich, verschließt ein Stopfen (Fuse Plug, Pos.9) einen Luftraum der ein Teil des Verdichtergehäuses ist. Bei einer Gehäusetemperatur von ca. 180°C schmilzt das Lötzinn im Stopfen und es entsteht ein Luftauslaß aus einer Rohrleitung (schwarz-weiß gezeichnet), die zum "SHUTOFF VALVE" Pos. 1 führt. Die Folge ist ein Schließen des "SHUTOFF VALVE" und damit das Stillsetzen des T/C.

Ein erneutes Starten des T/C mittels des Schalters am FI-Panel wird keinen Erfolg haben, solange der "FUSIBLE PLUG" nicht ersetzt wurde. Der T/C ist mit dem "SURGE BLEED VALVE" zur Überholung auszuwechseln.

2.3.5 Überdrehzahl-Abschaltung

Overspeed Trip Operation

Abb. S. 9

Die Begrenzung der normalen maximalen Drehzahl auf 47000 RPM erfolgt durch den "SPEED TOPPING CONTROLLER", wie im Abschnitt 2.3.2 beschrieben.

Beim Versagen dieses Begrenzungsreglers und beim Vorliegen von Ursachen zur weiteren Drehzahl-Steigerung soll das Überschreiten einer Drehzahl von 56000 (+1000/-2000) RPM verhindert werden.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 11

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

An der Welle vor dem Verdichter sind Fliehgewichte (Flyweights) angebracht, die bei ca. 56000 RPM einen federbelasteten Stift hervordrücken. Hierdurch wird ein Ventilschaft bewegt, auf dessen hinterem Bund ein Sperr- und Schaltstift durch Federdruck gelagert ist. Wenn die Bewegung des Ventilschaftes durch die Fliehgewichte erfolgt, blockiert der Sperrstift den Ventilschaft am Bund und betätigt zugleich einen Doppelschalter. Das geöffnete Ventil bewirkt die gleichen Folgen, als wenn der "FUSE PLUG" ausgeschmolzen wäre. Der Luftdruck in der Rohrleitung zum "SHUTOFF VALVE" fällt stark und verursacht ein pneumatisches Schließen der Klappe.

Die gleichzeitig durch den Schaltstift betätigten Überdrehzahl-Schalter (Overspeed Switches) legen Spannung an die "CLOSE COIL" des "SHUTOFF VALVE", an die "OVERSPEED TRIP OFF"-Lampe am FI-Panel und an den Elektromagnet B des "PRESSURE REGULATOR VALVE".

Die Klappen in beiden Valves schließen. Das Schließen der Klappe im "SHUTOFF VALVE" erfolgt auf gleiche pneumatische Weise wie beim Ausschmelzen des Schmelzstopfens, wird aber durch elektrische Erregung der "CLOSE COIL" noch unterstützt.

Ein erneuter Start des T/C durch den Schalter am FI-Panel ist nicht möglich, da der Sperrstift den Ventilschaft im geöffneten Zustand blockiert und der Doppelschalter gedrückt bleibt. Druckregler und Absperrklappe sind nicht mehr zu öffnen. Der Schalter am FI-Panel sollte kurzzeitig auf "STOP" gedrückt werden, damit die "CLOSE COIL" und der El.-Magnet B spannungslos werden. Es erlöschen dann auch die "OVERSPEED TRIP"- und "LOW OIL PRESS."-Lampen, die nacheinander aufgeleuchtet hatten.

Erst am Boden kann der Overspeed-Sperrstift von Hand gezogen werden, es sollte aber der T/C gewechselt werden, um die Ursachen der Überdrehzahl zu untersuchen.

2.4 T/C-Anbau

T/C Installation

Der T/C, der T/C-Anbau sowie die Ausführung und Lage der zugehörigen Baugruppen sind an den unterschiedlichen Motoren verschieden. Die Teile sind nicht austauschbar. Die 707-430 ist mit Rolls-Royce-Motoren ausgerüstet, wogegen die 707-330 mit Pratt & Whitney-Motoren bestückt ist. In

vielen Unterlagen wird die unterschiedliche Ausführung durch die Bezeichnung "Turbojet" (707-430 = 707A) und "Turbofan" (707-330 = 707B bzw. C) erkennbar.

Jedes Reservetriebwerk ist, wie auch das angebaute Triebwerk 1, mit den Anschlüssen versehen, die zur Aufnahme eines T/C mit Reglern und Rohrleitungen gehören.

2.4.1 T/C-Anbau 707A

Abb. S. 10 - 13

T/C Installation Turbojet

Der T/C befindet sich auf einem Sockel (T/C-Mount) im vorderen oberen Bereich des Motors. Zwischen der Hochdruck-Anzapfung am Triebwerk (Engine HP-Bleed) und der Turbine des T/C sind in das Förderrohr der Druckregler (Pressure Regulator Valve) und die Absperrklappe (Shutoff Valve) eingebaut. Der Kompressor des T/C erhält seine Frischluft aus einer Hütze oberhalb des Motorluft-Einlasses. Vom Auslaß des Kompressors bis zur Rohrleitung im Triebwerksträger sind zwei Luftfluß-Fühler (Air Flow Sensor) und das Surge Valve in das Rohr eingesetzt, die zur Regelung des T/C gehören. Vor Eintritt in den Triebwerksträger sitzt im Rohr ein Check Valve. Es soll den Antrieb eines abgeschalteten T/C über seinen Kompressor durch andere T/C, EBA-Luft und auch vom Bodenaggregat aus verhindern.

Vorn unten rechts am Motor ist der Ölkühler des T/C angesetzt. Der Kühler ist mit dem CSD-Kühler zusammengebaut, beide werden mit Luft aus der zweiten Kompressorstufe des Motors gekühlt. Der Kühler ist mit dem T/C durch Schlauch-Rohrleitungen verbunden. Das oberhalb des Kühlers befindliche Ölkühler-Ventil wird auf der Abb. S. 13 beschrieben.

2.4.2 T/C-Anbau 707B+C

Abb. S. 14 - 18

T/C Installation Turbofan

Von kleinen Änderungen abgesehen, sind die T/C-Anbau- und Steuerteile funktionsmäßig denen am Rolls-Royce-Motor gleich. Durch die Außenkontur des Motors bedingt, ergaben sich etwas andere Anbaulagen der Valves. Das Surge Bleed Valve sitzt weit vom T/C entfernt und hat seinen eigenen Luftauslaß aus der Verkleidung. Auch hier darf der T/C nur zusammen mit

Surge Bleed Valve und Zwischenrohr gewechselt werden. Der Ölkühler ist ein Formteil vom ringförmigen festen Luftauslaß des Motor-Fan. Dieser innen stark aufgeraute Oberflächenkühler trägt an der unteren Seite einen Temperatur-Regler, der zwischen Ölvor- und Rücklaufrohr eingesetzt ist. Die Regelaufgaben sind dem Ölkühler-Ventil am Rolls-Royce-Motor ähnlich.

2.5 Regelung der Luft zum T/C

Zum Antrieb der Turbine des T/C wird Druckluft aus der letzten Stufe des Motor-Hochdruckkompressors eingesetzt. Zwischen dem Rohrflansch am Motor und dem Turbinengehäuse sind zwei Klappen eingebaut. Die erste Klappe in Strömungsrichtung ist ein Druckregler (Pressure Regulator Valve) für konstanten Druck. Ihr folgt eine Absperrklappe (Shutoff Valve).

2.5.1 Druckregler

Pressure Regulator Valve

Abb. S. 19

Der Druckregler besteht aus einer pneumatisch betätigten Regelklappe und zugehörigen Steuereinheiten. Die Regelklappe wird von einem Betätigungskolben im "PNEUMATIC ACTUATOR" bewegt, der seine Drücke über einen Kugelschalter und einen "SENSING SELECTOR" erhält. Der elektromagnetisch betätigte Kugelschalter leitet die Ein- und Abschaltung des Reglers ein. Die aus dem Raum oberhalb der Klappe, in Strömungsrichtung gesehen, entnommene Druckluft wird durch einen "PRESSURE REGULATOR" auf konstanten Druck geregelt.

nur 707B/C

Die an die P & W - Motore der 707B und C angebauten Druckregler erhalten für den "PRESSURE REGULATOR" die Druckluft durch eine spezielle Leitung vom Hochdruckkompressor des Motors. Anbauorte sind in der Abb. S. 15 sichtbar (Engine Bleed Control Air Line Pos. 3).

Die schematische Darstellung zeigt den Regler mit geschlossener Klappe. Beim Start des zugehörigen Triebwerkes gelangt Druckluft über den Filter und "PRESSURE REGULATOR" auf die Oberseite des Actuator-Kolbens. Da die Unterseite des Kolbens über eine Bohrung im Ventil des "SENSING SELECTOR" und über den Kugelschalter mit der Außenluft Verbindung hat, genügt bereits ein Überdruck von 10 PSI gegen die Feder unter dem Kolben, um

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 14

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

die Klappe zu öffnen. Der geregelte Normaldruck beträgt ca. 80 PSIG, bereitgestellt durch den vorher erwähnten "PRESSURE REGULATOR". Jetzt steigt auch der Luftdruck im Rohr hinter der Klappe an. Eine dort angesetzte Meßleitung vermittelt dem "SENSING SELECTOR" den steigenden Druck. Bei einem genügenden Druck wird der Kolben mit dem durchbohrten Ventil im "SENSING SELECTOR" angehoben. Durch das geöffnete Ventil baut sich ein Gegendruck zusätzlich zur Feder auf der Unterseite des Kolbens im "PNEUMATIC ACTUATOR" auf. Mit dem Anheben des Kolbens dreht die voll geöffnete Klappe gegen die Schließstellung, was eine Druckabnahme hinter der Klappe nach sich zieht. Solange die Hochdruckstufe des Motorkompressors mindestens 76 PSIG Förderdruck hat, wird es der "SENSING SELECTOR" ermöglichen, daß die Klappe in ihrer Regelstellung dem T/C Luft mit 76 PSIG Druck zuführt.

Der linke oben gezeigte "PRESSURE REGULATOR" hat die Aufgabe, die vom Triebwerk kommenden variablen Luftdrücke auf einen Höchstdruck zu regulieren. Bei plötzlichen Druckstößen und bei Versagen des Regulator soll das "RELIEF VALVE" im "PNEUMATIC ACTUATOR" durch Begrenzung des Druckes auf ca. 84 PSIG eine zu weite Öffnung der Klappe verhindern.

Das Doppelkugel-Ventil bleibt in normalen Fällen immer in der arbeitsbereiten Stellung, da der Elektromagnet "B" zur Umschaltung des Kugelventils nur bei Überdrehzahl-Abschaltung (Overspeed Trip) des T/C erregt wird. In diesem Falle wird die Triebwerks-Druckluft auf die Unterseite des Kolbens gesteuert und schließt gemeinsam mit der Feder die Klappe. Wird der Schalter am FI-Panel auf "START" gedrückt, wird der Regelzustand der Klappe wieder hergestellt durch Erregung des Elektromagneten "A" und damit Umschaltung des Kugelschalters.

Der T/C muß aber, wie beschrieben, gewechselt werden. Der Druckregler ist also meistens arbeitsbereit und wird bei laufendem Triebwerk Druckluft mit 76 PSIG in Richtung Absperrklappe (Shutoff Valve) geben.

2.5.2 Absperrklappe

Shutoff Valve

Abb. S. 20 und 21

Die Absperrklappe besteht aus einer pneumatisch betätigten Schmetterlingsklappe und zugehörigen Steuereinheiten. Die Klappe wird von einem Betätigungskolben (Actuator Piston) bewegt, der seine Drücke über einen

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 15

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

Kugelschalter (Double Ball Switcher) erhält.

Die Absperrklappe hat keine Zwischenstellungen, sie ist entweder ganz geöffnet oder ganz geschlossen. Das Schema zeigt die abgeschaltete geschlossene Stellung.

nur 707A

Die "SENSED PRESSURE"-Leitung stellt den am Klappengehäuse abgenommenen Druck, auf 76 PSIG geregelt, dem Kugelventil zur Verfügung. In der gezeichneten Stellung wird die Oberseite des Kolbens (Actuator Piston) beaufschlagt und hält zusammen mit der Feder die Klappe geschlossen. Wird am FI-Panel der T/C-Schalter auf "START" gedrückt, öffnet das "OPEN COIL"-Ventil. Der Luftdruck in der Ventilkammer gelangt auf die Rückseite der Membran und trennt diese vom Haltemagnet. Dadurch wird das Kugelventil umgeschaltet. Das "OPEN COIL"-Ventil schließt wieder beim Loslassen des T/C-Startschalters. Das Kugelventil steuert jetzt Druckluft unter den Kolben im Actuator und verbindet die Oberseite mit der Außenluft. Der Kolben öffnet die Klappe. Die Turbine des T/C erhält die durch das Pressure Regulator Valve auf 76 PSIG geregelte Luft.

Wird der Schalter am FI-Panel in "STOP" gedrückt, öffnet das "CLOSE COIL"-Ventil. Die Membran wird zum rechten Haltemagnet gedrückt und schaltet das Kugelventil um. Druckluft gelangt zur Oberseite des "Actuator Piston", der Luftdruck auf der Unterseite bläst nach außen ab.

Der Kolben schließt die Klappe. Bei noch laufendem Triebwerk wird der durch Schließen der Absperrklappe von der Triebwerksluft getrennte T/C nicht ganz zum Stillstand kommen. Die Klappe hat entweder eine 5 mm-Bohrung oder einen ringförmigen schmalen Schlitz um den Klappenteller herum und läßt so viel Luft zur Turbine des T/C durch, daß dieser mit kleiner Drehzahl läuft. Die Maßnahme soll ein freies Laufen (Windmilling) des nicht eingeschalteten T/C im Fluge verhindern.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 16

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

nur 707B/C

An die P & W - Triebwerke der 707B und C sind andere, im Prinzip aber ähnliche Absperrklappen eingebaut worden. Das Kugelventil und damit der Kolben im Actuator erhalten unregulierte Triebwerk-N₂-Luft, deren Druck meistens über 76 PSIG liegt. Der am Klappengehäuse angezapfte 76 PSIG-Luftdruck wird nur noch zum Umschalten der Membran verwendet.

Anmerkung: Die obenerwähnte Triebwerk-N₂-Luft erhält der Kugelschalter aus einer Verlängerung des Rohres, das dem Pressure Regulator Valve diese Hochdruckluft zuführt, siehe dort.

Auf der Abbildung sind der "FUSIBLE PLUG" und der "OVERSPEED TRIP MECHANISM" mit eingezeichnet. Beide stellen einen Verschluss der Steuerdruckleitung zum "ACTUATOR PISTON" dar. In den Abschnitten 2.3.4 und 2.3.5 waren die Ursachen und Wirkungen bereits beschrieben worden, die durch Öffnung der Steuerdruckleitung eintreten.

Die Umschaltung des Kugelschalters und damit das pneumatische Schließen des "SHUTOFF VALVE" wird durch beide Ursachen eingeleitet. Die eigentliche Umschaltung des Kugelventils erfolgt mechanisch durch die Feder im "OVERSPEED + FUSE-PLUG ACTUATOR". Bei Start des Triebwerkes hatte der Luftdruck die Feder mittels des Kolbens im "O.+F.-ACTUATOR" gespannt und die am Kolben sitzende Steuernadel außer Kontakt mit dem Kugelventil gebracht. Damit konnte das Kugelventil mittels Luftdruck über die Membran geschaltet werden. Nach Ausschmelzen des "FUSE-PLUG", aber auch bei Öffnung des Ventils im "OVERSPEED TRIP MECHANISM" fällt der Luftdruck hinter dem Orifice und demzufolge hinter dem Kolben im "O.+F.-ACTUATOR". Die Feder am Kolben drückt den Kolben mitsamt der Steuernadel gegen den Kugelschalter, der mit der Membran in die "CLOSE"-Position umschaltet. Das "SHUTOFF VALVE" schließt und bringt den T/C fast zum Stillstand, bedingt durch die Undichtigkeit des Valves.

Der T/C kann nicht erneut gestartet werden, er ist zur Überholung auszuwechseln.

Sollte bei Versagen des "PRESSURE REGULATOR" der Eingangsdruck zum "SHUTOFF-VALVE" den Nennwert von 76 PSIG erheblich übersteigen und 133 PSIG erreichen, soll das

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 17

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

"SHUTOFF-VALVE" schließen. Der abnorm hohe Druck baut sich auch in der "SENSED PRESSURE DISTR. CHAMBER" auf. Spricht das "INLET OVERPRESSURE VALVE" bei 133 PSIG an, wird die Umschaltmembran den Kugelschalter betätigen. Die Klappe schließt in der bekannten Weise und schaltet damit den T/C ab. Die Schaltung wird "OVERPRESSURE SHUTOFF" benannt.

2.5.3 Luftfilter

Air Filter

Abb. S. 22 und 23

Um Störungen durch Verschmutzung der Ventile, Kugelventile und Drosseln (Orifice) zu vermeiden, sind Luftfilter in die Steuerleitungen eingebaut. Die Druckregler (Pressure Regulator) haben nur je einen Filter. Die Absperrklappen (Shutoff Valve) der 707A haben je einen, die der 707B und C besitzen je zwei Filter.

Nach im TBH angegebenen Zeiten sollen die Filter ausgebaut, untersucht und, falls erforderlich, gereinigt oder gewechselt werden. Der Einbau ist mit großer Vorsicht vorzunehmen, um die Filter nicht zu beschädigen. Die Einbaulage ist unterschiedlich, wie die Abbildungen zeigen.

2.6 Ein- und Abschaltung des T/C

T/C Operation

Schaltbild S. 24

Der normale Start und die Abschaltung jedes T/C erfolgen durch den T/C-Schalter am FI-Panel mit den Schaltstellungen "START" bzw. "STOP". Die Absperrklappe (Shutoff Valve) wird elektropneumatisch geöffnet und geschlossen. Der Elektromagnet A des Druckreglers (Pressure Regulator) wird bei der Startstellung des Schalters auch erregt; eine Verstellung des Kugelventils erfolgt nur, falls z.B. eine automatische Überdrehzahl-Abschaltung vorlag.

Der Schaltplan zeigt am FI-Panel den vierpoligen START-STOP-Schalter, zwei Amber-Lampen und einen Drehzahl-Anzeiger. Dieser Tachometer-Indicator gibt die Drehzahlen in Prozenten an (Percent RPM). Die gezeigte Anlage gilt im wesentlichen für nur einen T/C.

Wird der Schalter am FI-Panel auf "START" gedrückt, liegt 28 V DC an dem Elektromagnet "A" des Pressure Regulator Valve (Druckregler) und an der "OPEN COIL" des Shutoff Valve (Absperrklappe). Außerdem wird Spannung an die "OVERSPEED SWITCHES" (Überdrehzahl-Schalter), an den "LOW OIL PRESSURE SWITCH" und an einen Schalter des Relais R 60 gelegt. Zwei weitere, hier

nicht gezeigte Kontakte dieses Relais sind für die anderen T/C vorgesehen.

Die Lampe "LOW OIL PRESSURE" leuchtet auf. Nach Loslassen des Schalters würde die Lampe nicht ausgehen, da trotz des in Mittelstellung gehenden Schalters der Kontakt C in der Einschaltstellung bleibt. Bei laufendem Triebwerk muß die Startstellung des Schalters so lange gehalten werden, bis die Lampe ausgeht. Das geschieht bei einem Öldruck im System von 45 bis 65 PSIG durch Ansprechen (Öffnen) des "LOW OIL PRESSURE SWITCH". Der Tachometer-Generator im T/C würde dann etwa 40 bis 50% Drehzahl an den Tachometer Indicator am FI-Panel melden, wenn das Triebwerk im Leerlauf dreht.

Wird der Schalter am FI-Panel auf "STOP" gedrückt, werden die drei oben genannten Bauteile: Overspeed Switches, Low Oil Press. Switch und der Schalter des Relais R 60 keine Spannung mehr haben; eventuell leuchtende Lampen werden gelöscht. Die Abschaltung bleibt aufrecht erhalten, auch wenn der Schalter am FI-Panel in Mittelstellung geht.

Bei der STOP-Schaltung wird die "CLOSE COIL" des Shutoff Valve erregt. Die Absperrklappe schließt. Eine Beeinflussung des Pressure Regulator (Electromagnet B) erfolgt nicht.

Ein von seinem Triebwerk angetriebener T/C kann am Boden zum pneumatischen Start der übrigen Triebwerke Verwendung finden. Um am Boden einen ausreichend hohen Druck bei genügendem Luftfluß (Air Flow) des T/C zu erreichen, hat jeder T/C in der High-Static-Leitung zum Air Flow Controller (siehe Abb. S. 7) ein "GROUND MODE SOLENOID". Mit seinem Orifice zusammen wird das Bauteil auch "FLOW CONTROL VALVE" genannt. Im Abschnitt 2.3.2, Drehzahlregelung, wurde die Drehzahlsteigerung des T/C bereits geschildert, die durch Erregung des "GROUND MODE SOLENOID" eingeleitet wird. Das Relais R 60 muß also ziehen, um das "GROUND MODE SOLENOID" zu erregen. Das Relais erhält am Boden durch den linken Fahrwerksschalter über das Relais R 325 Masse. Das Plus wird dem Relay R 60 zugeführt, wenn einer der vier "ENGINE START SWITCHES" in "GROUND START" gehalten wird. Nur während des Haltens des START SWITCHES wird das Ground Mode Solenoid erregt, beim "CROSS START" ist das einer der drei Schalter für das zu startende Triebwerk.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

 Kap. 21-2 Seite 19
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr.

2.7 Abnormale Zustände des Turboverdichters.

In der folgenden Aufstellung sollen einige abnormale Zustände des T/C, ihre Ursachen und die Erscheinungen am FI-Panel zusammengestellt werden.

1. Overpressure

Versagen des "PRESSURE REGULATOR VALVE". Bei 133 ± 7 PSIG zum "SHUTOFF VALVE" wird das Ansprechen des "INLET OVERPRESSURE VALVE" die Klappe des "SHUTOFF VALVE" schließen.

FI-Panel: Tachometer Indicator geht ganz zurück, nachdem vorher über normal;
 "LOW OIL PRESS."-Lampe kommt.
 Nach Abschalten des T/C geht Lampe aus.

2. Overspeed Trip

Versagen des "SPEED TOPPING CONTROL". Bei 56000 RPM schließen die Klappe des "SHUTOFF VALVE" (durch pneu. und elektr. Wirkung) und die Klappe des "PRESSURE REGULATOR VALVE" (durch elektr. Wirkung).

FI-Panel: "OVERSPEED TRIP"-Lampe kommt;
 Tachometer Indicator geht ganz zurück, nachdem vorher weit über 100%;
 "LOW OIL PRESS."-Lampe kommt nach Fall des Öldruckes unter 45 PSIG.
 Nach Abschalten des T/C gehen beide Lampen aus.

3. Die Behebung von Pumpzuständen, die auch zum instabilen Lauf des T/C führen können, wird normal durch geringe selbsttätige Öffnung der Surge Bleed-Klappe erfolgen. Beim instabilen Lauf des T/C kann es zu laufenden Schwankungen am Tachometer Indicator kommen. Öffnet die Surge Bleed-Klappe nicht bei gleichzeitiger Zunahme des "Pumpens" im Kompressor des T/C, verlangsamt sich der Airflow. Die T/C-Drehzahl wird ansteigen, da die Luftgeschwindigkeit im Verdichterauslaß abnimmt. Der "AIRFLOW SENSOR" veranlaßt eine Drosselung des Ölventils im "AIRFLOW CONTROLLER". Durch den Öldruckanstieg vergrößert der "TURBINE NOZZLE ACTUATOR" die Luftschaufeln zur Turbine des T/C. Die Drehzahl des T/C nimmt zu und erhöht den Pumpzustand und damit die Luft- und Gehäusetemperatur. Durch Ausschmelzen des "FUSE PLUG" erfolgt pneumatisches Schließen der Klappe im "SHUTOFF-VALVE".

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 20

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

FI-Panel: Tachometer Indicator geht ganz zurück, nachdem vorher ein Anstieg der Drehzahl zu beobachten war; "LOW OIL PRESS."-Lampe kommt nach Fall des Öldruckes unter 45 PSIG.

Nach Abschalten des T/C geht Lampe aus.

Weitere Störungen am T/C können verursacht werden durch:

- a) Mischung von Öl verschiedener Hersteller, was leicht zum Schäumen des Ölgemisches führt. Die hydraulische Steuerung wird gestört.
- b) Ölmenge, der außer der möglichen Überhitzung auch Schäumen des Öles verursachen kann. Der T/C soll immer im Betrieb etwas Ölverbrauch aufweisen, allerdings nur aus der "OIL SUMP VENT LINE", die bei der 707A rechts am Triebwerk, bei der 707B und C vorn unter dem Triebwerk mündet. (Ölverlust durch Ölnebel aus dem Mittelgehäuse und ganz geringe Mengen aus der Abdichtung der Surge-Bleed-Klappe. (Maximal 10 ccm/h, was einem Fall von 0,75 mm am dipstick entspricht).

Bei den folgenden Punkten sollten die Abbildungen Seite 6 bis 8 zu Hilfe genommen werden.

- c) Durch unsauberes Öl können die beiden Steuer-Orifice in den "CONTROL OIL LINES" zum "AIR FLOW CONTROLLER" und "SURGE BLEED CONTROLLER" in ihrem Querschnitt verengt oder ganz verstopft werden. Dadurch wird die Steuerung der Drehzahl und bei "SURGE CONDITION" die Regelung der "SURGE BLEED"-Klappe gestört.
- d) Durch Fehlen oder Verstopfung der Orifice am "SURGE BLEED CONTROLLER" Pos. 21 und am "GROUND MODE SOLENOID" Pos. 22 ist die Regelung des T/C gestört. Diese Düsen (Orifice) werden auf dem Prüfstand entsprechend der Eigenart des T/C individuell mit verschiedenen Durchmessern eingeschraubt.

Fehlt das Orifice am "SURGE BLEED CONTROLLER", schließt die "SURGE BLEED"-Klappe nicht; ist dieses Orifice verstopft, geht die Klappe bei "SURGE CONDITION" nicht auf.

Ist das Orifice am "GROUND MODE SOLENOID" verstopft, kommt der T/C am Boden nicht auf hohe Drehzahlen, es sei denn, die Pack-Valves sind geschlossen.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftversorgung

Kap. 21-2 Seite 21

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr.

Außer Wechsel des Filters und der Filterdichtringe sowie einem Ölwechsel oder einer Ölnachfüllung ist jeder Eingriff in den T/C und Austausch von Teilen des T/C nicht statthaft. Ein Wechsel des "LOW OIL PRESS.SWITCH" ist kein Eingriff in justierte, die Arbeitsweise des T/C beeinflussende Regelorgane.

3 Luftverlauf**Air Distribution**

Im Abschnitt "Luftverlauf" soll vorbereitend für den Abschnitt 21-4 "Klimaregelung" der Weg der Frischluft vom Bereich der Triebwerke bis in die Räume des Rumpfes beschrieben werden. Außerdem sollen kleinere Systeme untergebracht werden, für die es nicht lohnt, einen eigenen Abschnitt einzurichten.

3.1 Luftverlauf Triebwerk-Tragfläche

Abb. S.1 und 2

Frischluft wird den Turboverdichtern (T/C) auf den Triebwerken durch eine Hütze oberhalb des großen Lufteinlasses der Triebwerke zugeführt. Vom Auslaß der T/C wird die komprimierte und erwärmte Luft in eine Rohrleitung gedrückt, die durch den Triebwerksträger zur Flächennase verläuft. Im Bereich des Triebwerksträgers (Strut) mündet in diese Rohrleitung auch direkte Triebwerksluft (EBA) aus dem Warmluftkanal der Tragflächen-Eisverhütung. Das Triebwerk 1 kann nur EBA-Luft abgeben, an den übrigen Triebwerken kommt die Luft vom T/C- oder EBA-System.

Ein Sammelrohr von jeder Tragflächenseite verläuft am Vorderholm in Richtung Rumpf und durchtritt die seitliche Druckwand zur Verteilerzentrale.

3.2 Verteilerzentrale**Distribution Bay**

Abb. S. 3 und 4

Kurz nach dem Durchtritt des von links und rechts kommenden Tragflächen-Sammelrohres in den Rumpf sitzt je eine Absperrklappe. Die Klappen sind mit "WING ISOLATION VALVE" kurz "Wing Valve" bezeichnet. Die elektromotorisch angetriebenen Schmetterlingsklappen können einzeln von je einem Schalter am FI-Panel betätigt werden. Jede Tragflächenseite läßt sich also absperren (isolieren). Auf jeder Seite zwischen Rumpfwand und Wing Valve ist ein "SWING CHECK VALVE", besser gesagt ein Negative Relief Valve in das Rohr eingesetzt. Hier liegt das Rohr im Bereich der Druckkabine und bedarf eines Schutzes gegen erhöhten Unterdruck, wenn das Wing Valve geschlossen ist. Die Ventile sollen die Rohre gegen einen inneren Unterdruck von mehr als 4 Zoll H₂O = 0,01 atu schützen.

Zwischen den beiden Wing Valves No. 8 und 9 in der Verteilerzentrale befindet sich ein Verbindungsrohr mit drei abzweigenden Rohren. Das mittlere Rohr enthält ein Back Pressure Valve No. 1 und ein Hot Air Valve No. 3. Hinter dem

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftverlauf

Kap. 21-3 Seite 2

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

Hot Air Valve mündet diese erste Abzweigung in einem T-förmigen Sammelrohr. Die anderen beiden abzweigenden Rohre gehen nach hinten durch die Druckwand (STA 600K) zu den beiden Kühlanlagen. In jedes der durch die Druckwand getretenen Rohre ist ein "PACK SHUTOFF VALVE" No. 5 bzw. 6 eingebaut. Beide Klappen, kurz Pack Valves genannt, werden normalerweise gemeinsam durch Betätigung eines verbundenen Schalterpaares vom FI-Panel aus elektrisch betätigt. Die Pack Valves leiten im geöffneten Zustand die T/C- oder/und EBA-Luft zu den Kühlanlagen, soweit nicht ein Teil durch das vorher benannte mittlere Rohr das Sammelrohr schon erreicht hat.

In zwei Rohren aus jeder Kühlanlage kann die gekühlte (from Primary Heatexchanger) bzw. tiefgekühlte Luft (from Air Cycle Machine) zur Verteilerzentrale zurückströmen. Je ein ACM Bypass Valve No. 4 und je ein Cold Air Valve No. 2 werden den Weg zum T-förmigen Sammelrohr bestimmen. Zusammen mit den vorerwähnten Back Pressure und Hot Air Valve werden alle sechs Klappen von nur einem zentralen Antrieb gesteuert. Das T-förmige Sammelrohr hat nach vorn und hinten mehrere runde und rechteckige weiterführende Rohre.

Luft für den Führerraum wird temperaturmäßig gesondert geregelt. Das Control Cabin Hot Air Valve No. 7 ist mit dem Warmluftrohr, das Control Cabin Cold Air Valve No. 10 ist mit den Kühlluftrohren verbunden. Ein eigener gemeinsamer Antrieb steuert die beiden Valves und damit die Temperatur der zum Führerraum weitergeleiteten Luft. Unmittelbar hinter den Klappen 7 und 10 befindet sich ein Differenzdruckregler in der Rohrleitung. Die Wirkungsweise des Differenzdruckreglers wird im Abschnitt 3.5 (Gasper-System) erklärt, wo ein ähnliches Gerät vorkommt.

nur 707C

Beim Baumuster 707C sitzt das rechte Wing Valve etwas zur Rumpfmittle versetzt, damit ein Abzweigerrohr angesetzt werden konnte. Dieses Rohr enthält ein Auxiliary Crew Heat Valve No. 11, das hinter dem Control Cabin Mix Valve (No. 7 und 10) mündet.

Außer von den T/C bzw. von den Triebwerken (EBA) kann am Boden auch Luft von Außenaggregaten in die Kanäle der Verteilerzentrale geführt werden. Ein 3 Zoll Bodenanschluß (Ground Air Connection) hinter einer Klappe auf der rechten unteren Rumpfmittle gestattet über ein Check Valve die Zufuhr von Druckluft. Die Nutzung dieser Druckluft war im Abschnitt 21-2 erläutert.

Ein 8 Zoll Bodenanschluß in der unteren Mitte des Rumpfes in Höhe der Verteilerzentrale mündet über ein Check Valve direkt in das T-förmige Sammelrohr. Hier kann ein Bodenaggregat angesetzt werden, das temperaturmäßig vom Bodenaggregat behandelte Luft direkt über die Verteilerrohre in die Räume des Rumpfes liefert.

3.3 Luftverteilung-Rumpf

Abb. S. 5 bis 8

Die Weiterleitung der Luft in den Fluggastraum und die Ableitung nach unten soll hier beschrieben werden. Wie im vorhergehenden Abschnitt schon erwähnt, zweigen aus dem T-förmigen Sammelrohr in der Verteilerzentrale mehrere Rohre nach vorn und hinten ab. Die weiterführenden Rohre liegen meistens zwischen dem Kabinenfußboden und den Frachtraumdecken bzw. oberhalb des Tragflächenmittelstückes. Die beiden Verbindungsrohre nach hinten liegen neben dem vorderen Kielträger und im Kielträger des Hauptfahrwerk-Raumes. Kleine Abzweigrohre, die mit dem Abstand der Rumpfspante von 20 Zoll aus den Verteilerrohren aufsteigen, münden oberhalb des Kabinenfußbodens, aber innerhalb der Seitenwände.

Mit Ausnahme des Bereiches der Notausstiege, in denen "Plastic-bags" die Luft aufnehmen, sind die 707-Flugzeug-Baumuster unterschiedlich aufgebaut. Die Ausführung der 707A zeigt im Bereich der Seitenfenster "Air Distribution Bags" aus Plastic. Die hohlen Beutel sind in der oberen Längskante offen und werden an die Rückseite der Lampenkästen unter den Hutablagen angehängt. Die runde Unterseite ist über das Abzweigrohr geschoben und mit Klebeband befestigt. Im oberen Teil der Lampenkästen betritt die Luft die Kabine. In der Höhe der unteren Kante des Fensters ist eine Luftabzweigung aus dem Plastic Bag über ein Grommet (Gummiring) und Orifice Fitting (Nippel) für den Zwischenraum der mittleren und äußeren Scheibe. An der Oberkante der mittleren Scheibe kann die Luft durch kleine Bohrungen wieder austreten.

nur 707B+C

Die 707B+C hat an Stelle der Plastikbeutel ein ypsilonförmiges Kunststoffrohr. Der untere Anschluß und die obere Aufhängung ist wie bei den Plastikbeuteln ausgeführt. Eine Luftabzweigung in den Zwischenraum der Scheiben ist nicht vorgesehen. Die Bohrungen in der mittleren Scheibe sind aber vorhanden.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftverlauf

 Kap. 21-3 Seite 4
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr. 1
nur 707C

Im Bereich der oberen Beladetür (STA 480 bis 600 D LH) fallen die Steigerrohre zur Warmluftzufuhr fort. Das Innere dieser Tür wird elektrisch beheizt. Näheres hierüber siehe Schulungsunterlage Zelle.

Der Luftaustritt aus dem Fluggastraum erfolgt über Air Exit oder Air Return Grills. Diese Luftleitbleche befinden sich mit Ausnahme der Türen, Anrichten und Toiletten auf der ganzen Länge der Hauptkabine rechts und links über dem Fußboden. Die Weiterführung der Abluft geschieht zwischen der Isolierung und den Frachtraum-Seitenwänden unter die Frachtraumböden. Die noch warme Luft wirkt für die Frachträume wärmedämmend gegenüber der kalten Außenluft. Aus den Frachtraumböden wird die Abluft abschnittsweise gesammelt den Abluftreglern zugeführt und ins Freie entlassen.

3.4 Luftverteilung-Führerraum

Abb. S. 9

Aus der Verteilerzentrale vom Control Cabin Mixing Valve kommend verläuft ein Luftkanal unter dem Kabinenfußboden in Richtung Führerraum. Im Führerraum rechts befindet sich im Fußboden eine Blechklappe, unter der sich das "Cockpit Air Manual Shutoff Valve" im Luftkanal befindet. Bei Bedarf läßt sich hier die Luftzufuhr absperren. Einige abzweigende Rohre versorgen die Plätze der Besatzung und die Auslässe hinten oben in der Decke mit Warmluft. Einige Auslässe sind verstellbar.

ab 4. 707B und
1. bis 3. 707C

Hinter dem FI-Stand hat die für den FI bestimmte Zufuhr eine Abzweigung mit Verstellung nach vorn. Bei langen Flügen und bei geschlossenem Blendschutzvorhang soll eine bessere Erwärmung des rechten vorderen Bereiches erzielt werden.

Ab 4. 707C und 707C-BWB sind im vorderen und oberen hinteren Bereich Änderungen vorgenommen worden. Die seitlichen vorderen Schulterbereiche werden über "SPRAY TUBES" zusätzlich versorgt. Hier ist, wie auch im vorderen Fußbereich, eine zusätzliche elektrische Erwärmung der Luft vor dem Austritt möglich. Im hinteren Deckenbereich befinden sich jetzt vier kleine einstellbare Luftauslässe nebeneinander.

3.5 Das Frischluft-System

Abb. S. 10 bis 16

Individual Air or
Gasper System

Das Frischluftsystem versorgt alle Plätze der Besatzung und Fluggäste mit meist kälterer Luft als durch das Klima-System. Die Luftentnahme erfolgt in der Verteilerzentrale. Es wird der von der linken Kühlanlage kommende Kaltluftkanal angezapft. Ist die linke Kühlanlage bei geschlossenem Pack Valve nicht in Betrieb, kann aus der Querleitung zur rechten Anlage entnommen werden.

Die Mengensteuerung der entnommenen Luft wird unterschiedlich vorgenommen. In die 707A und die ersten drei 707B sind zwei hintereinander liegende Regler eingebaut. Der "PRESSURE REGULATOR" hat die Aufgabe, bei unterschiedlichen Mengentnahmen einen gleichbleibenden Förderdruck zu gewährleisten. Der vor ihm eingesetzte "FLOW CONTROLLER" drosselt bei zunehmendem Luftfluß. Ab vierter 707B und in allen 707C ist der Flow Controller nicht eingebaut.

Am Boden und bei Bedarf auch im Fluge bei noch geringem Kabinen-Überdruck kann ein zu geringer Luftdurchsatz durch ein Verstärkungsgebläse vergrößert werden. An dem FI-Panel befindet sich ein mit "Gasper Fan" bezeichneter Schalter. Das Gebläse soll nur in Betrieb gesetzt werden, wenn genügend Auslässe in der Kabine geöffnet sind. Zwei Überdruckklappen (Air Relief Valves) sind zum Schutze der Rohrleitung eingebaut.

Die Kaltluft wird zu beiden Seiten des Verteilerraumes in Steigerohre geleitet. Diese Rohre münden in Versorgungsleitungen, die sich links und rechts im Rumpf hinter der Verkleidung der Hutablage befinden. Jede Fluggast-Bedientafel (PSU) hat einen flexiblen Anschluß zu den einstellbaren Luftauslässen. Die hinteren Toiletten sind mit je einem Auslaß an diese Verteilung angeschlossen.

An der linken Seite in der Verteilerzentrale ist der Anschluß für den Führerraum. Ein Kanal läuft in der Frachtraumdecke nach vorn und endet an den regelbaren Auslässen im Führerraum und in den vorderen Toiletten.

nur 707C und
707C-BWB

Zur Versorgung der Frischluftdüsen in dem linken Bereich vor der Rumpf-Frachttür zweigt von dem Kanal zum Führerraum ein Steigerohr ab. Die Verbindung zu den PSU an der Rumpf-Frachttür ist unterschiedlich ausgeführt. Die Abb. S. 10 und 16 geben darüber Auskunft.

Abb. S. 14 für 11. 707B,
3. 707C und 707C-BWB

Sind zu wenig Frischluftdüsen geöffnet, kann der eingeschaltete Gasper Fan durch zunehmenden Gegendruck in einen instabilen Förderzustand geraten (Pumpen = Surge Condition). Zur Vermeidung dieses Zustandes verläuft ein Bypass-Rohr hinter dem Gasper Fan zum Hauptverteiler-Kanal (T-förmiges Sammelrohr). Bei abnormalem Druckanstieg regelt das "SURGE BYPASS VALVE" eine von der Höhe des Gegendruckes abhängige Luftmenge zum Hauptverteiler-Kanal.

3.6 Die Frachtraum-Beheizung

Abb. S. 17 bis 19

Cargo Compartment Heating

Der vordere untere Frachtraum ist beheizbar. Von dem in der Verteilerzentrale oben querliegenden großen Sammelrohr zweigt in der Mitte ein Flachrohr ab. Es verläuft nach vorn an der Decke des Frachtraumes bis etwa STA 480, endet also 2 m vor der Tür zum Geräteraum. Gleich nach Eintritt des Flachrohres in den Frachtraum ist ein Elektroheizer zwischengeflanscht. Kurz nach dem Heizer befindet sich im Flachrohr eine Abschlusssklappe, die mittels eines Hebels geschlossen und geöffnet werden kann. Von hier beginnend bis zum vorderen Ende ist das Flachrohr seitlich mit vielen Bohrungen versehen. Grundsätzlich gibt es drei Heizmöglichkeiten:

- 1.) Der Hebel der Abschlusssklappe wird in Stellung "CLOSED" gelegt. Der Zutritt von Luft aus der Klimaanlage ist dann abgesperrt. Nur die hinter den seitlichen Wänden nach unten fließende Kabinen-Abluft hält etwas erhöhte Raumtemperatur.
- 2a) Vorbenannte Absperrklappe wird geöffnet, indem der Hebel in Stellung "OPEN" gelegt wird. Der Frachtraum wird aus dem seitlich gelochten Deckenkanal mit klimatisierter Luft versorgt. Die Luft verläßt den Frachtraum über die in der hinteren Wand befindlichen Equalization Valves zur Verteilerzentrale. Die Frachtraumtemperatur liegt in den meisten Fällen bei Betrieb der Klimaanlage jetzt wesentlich höher als im Fall 1.

- 2b) Der in den Deckenkanal eingebaute Elektroheizer wird bei offener Absperrklappe vom FI-Panel aus eingeschaltet. Die austretende Luft ist zusätzlich beheizt und erhöht abermals die Frachtraumtemperatur. In Ladeversion D läßt sich der Heizer allerdings nicht einschalten, siehe Abschnitt 3.7.

Im Elektroheizer ist an jeden der drei Heizwiderstände ein Bimetall-Schalter (Thermal Switch) angelegt. Jeder schaltet bei einer Lufttemperatur im Heizer von $116^{\circ}\text{C} \pm 22^{\circ}$ den ganzen Heizer automatisch ab. Es leuchtet dann eine "OFF"-Lampe neben dem Schalter am FI-Panel auf.

Die Anlage hält bei eingeschaltetem Elektroheizer keine bestimmte Frachtraum-Temperatur aufrecht. Der Heizer müßte bei Bedarf unter Beobachtung der Temperatur-Anzeigen ein- und ausgeschaltet werden.

Bei Prüfung am Boden müssen die Vorschriften im TBH, Kapitel 21 beachtet werden.

3.6.1 Temperatur-Überwachung im vorderen Frachtraum

Abb. S. 17 und 20

Die Temperatur-Überwachung wurde von Lufthansa nachträglich in ihre eigenen 707 eingebaut. Die 707A erhielt drei Temperaturfühler. Der vordere Fühler liegt links fast unter der Decke (STA 410), der rechts hinten eingebaute Fühler sitzt unter dem letzten Beladebrett (STA 600G). Der mittlere, links vorhandene Fühler (STA 550) hat ein Verlängerungskabel und kann auch an ein Frachtstück gelegt werden. Am FI-Panel rechts ist ein in $^{\circ}\text{C}$ geeichtes Instrument vorhanden, auf das mittels eines Wahlschalters die drei Fühler einzeln aufgeschaltet werden können.

707B und C

In die 707B und C ist der hintere Fühler unter dem letzten Beladebrett nicht eingebaut worden. Anstelle des Wahldreh-schalters ist ein Zwei-Stellungs-Kipp-schalter neben dem Instrument am FI-Panel vorhanden.

3.7 Umschaltbarkeit des vorderen unteren Frachtraumes

Abb. S. 17, 21 und 22

Der vordere untere Frachtraum kann als "CLASS-B" oder "CLASS D" Compartment wahlweise benutzt werden. Bei der Umschaltung von einer Ladeversion in die andere müssen sowohl am FI-Panel als auch im Frachtraum Eingriffe vorgenommen werden. Auch diese Anlage wurde von Lufthansa in ihre eigenen 707 eingebaut.

3.7.1 Ladeversion B

Wird die Ladeversion B gewählt, darf der Frachtraum nicht voll beladen werden. Er muß jederzeit, auch im Fluge, begehbar sein. Der Mittelgang darf nur bis zu einer Höhe von 60 cm beladen werden, damit von der vorderen Tür auf STA 400 bis zur hinteren Wand eine eventuell notwendig werdende Feuerlöschung vorgenommen werden kann. Eine Belüftung des Raumes ist möglich, der Elektroheizer kann eingeschaltet werden.

Zur Belüftung ist der Schließhebel im Deckenkanal in Stellung "OPEN" zu legen. Beide Luftauslässe in der hinteren Wand sind in OPEN-Stellung zu schieben. Wird der Schalter in der oberen rechten Bedientafel des FI's, benannt "FWD CARGO LOADING", in die Stellung "VERSION B" gelegt, darf die neben dem Schalter sitzende Amber-Lampe nicht aufleuchten. Es leuchtet oben im Rahmen der Frachtraumtür eine Amberlampe auf. Das ist der Hinweis für den Belader, daß die B-Version mit der eingeschränkten Lademöglichkeit vorliegt.

3.7.2 Ladeversion D

Wird die Ladeversion D gewählt, kann der Frachtraum auch im Gang voll beladen werden. Ein Schild auf dem Schutzkasten der Frachtraumtür macht darauf aufmerksam. Der Schließhebel im Deckenkanal ist in Stellung "CLOSED" zu legen. Beide Luftauslässe in der hinteren Wand sind in CLOSED-Stellung zu schieben. Die Tür auf STA 400 zum Geräteraum ist zu schließen. Auf der Vorderseite dieser Tür befindet sich ein Warnschild.

Wird der Schalter an der FI-Bedientafel in die Stellung "VERSION D" gelegt, darf die neben dem Schalter befindliche Lampe nicht aufleuchten. Es leuchtet jetzt im oberen Türrahmen eine grüne Lampe auf. Der Elektroheizer ist nicht einschaltbar. In der Wahlschaltung Version D läßt sich das Gebläse für die Geruchsprüfung (Smoke Detection) nicht einschalten.

Werden in beiden Beladeversionen die genannten Voraussetzungen nicht erfüllt, wird der Bedienfehler durch die Amber-Lampe neben dem Belade-Wahlschalter am FI-Panel angezeigt. Außerdem leuchtet weder die grüne noch die Amber-Lampe im Frachttürrahmen auf.

Das Schaltbild gibt Aufschluß über die beschriebenen Schaltmöglichkeiten.

3.8 Die unteren Frachträume

Abb. S. 17 und 23

In allen Fällen gehören die Frachträume zur Druckkabine. Bei Druckwechsel in den Kabinen erfolgt der Druckausgleich durch zwei "PRESSURE EQUALIZATION VALVES" im rückwärtigen Bereich jedes Frachtraumes. Jedes VALVE enthält zwei entgegengesetzt öffnende runde Klappen, damit ein Druckausgleich in beiden Richtungen erfolgen kann. Zum Schutz der Struktur bei schnellen Druckänderungen sind "BLOWOUT PANEL" vorhanden.

Der hintere Frachtraum ist bei allen 707-Typen in "CLASS D" gebaut. Der Raum wird nicht belüftet. Wird der Rahmen mit den Blowout Panels in der Rückwand ausgebaut, gelangt man in einen niedrigen Raum, in dem sich der hintere Abluftregler befindet. Der Raum steht mit der Kabine durch die seitlichen Abluftschlitze in Verbindung.

3.9 Luftverlauf in Toiletten und Anrichten

Abb. S. 24 bis 27

In die vorderen und hinteren Toilettenräume gelangt die klimatisierte Luft durch die Türgrills. Außerdem enthält jeder Raum eine verstellbare Düse, die an das Gasper-System angeschlossen ist. Die Abluft geht über die Toilettenbecken (Toilet Air Outlets) in ein Rohrsystem. Die

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftverlauf

Kap. 21-3 Seite 10
Datum 2.69
Bearbeiter hsi
Korrektur-Nr. 1

Anrichten sind über Wasen (Ceiling Air Outlets) und angesetzten Rohren, Schläuchen und Schalldämpfern (Muffler) an das Toiletten-Rohrsystem angeschlossen. Im vorderen Bereich des Rumpfes liegt das Sammelrohr unter dem Fußboden im Geräteraum und führt über eine Venturi die Abluft durch die Rumpfhaut nach außen. Im hinteren Bereich des Rumpfes tritt das gemeinsame Sammelrohr durch das Druckschott und mündet über eine Venturi in Höhe der Vorderkante der Höhenflosse ins Freie.

nur 707C

Bei Verwendung der 707C als Frachter wird durch den teilweisen Ausbau der Toiletten und Anrichten ein Ausbau einiger Luftführungen erforderlich. Im TBH sind diese Umbauten im Kapitel 25 text- und bildmäßig ausführlich beschrieben. An dieser Stelle soll auf die untere Abbildung auf Seite 16 dieses Umdruckes verwiesen werden. Die Abbildung zeigt den Weg der Abluft aus dem oberen Frachtraum in den untenliegenden Geräteraum nach Einsatz der Trennwand an STA 382.

707A, 707B und bis 3. 707C**3.10 Gerätekühlung**

TBH-A, Kap. 25-30

Abb. S. 28 bis 31

Equipment Cooling

M.M. Chapt. 25-30

Die elektrische und elektronische Ausrüstung im Führerraum und im Geräteraum unter dem Fußboden (Lower 41) muß während der Versorgung mit elektr. Strom ständig gekühlt werden. Eine Anzahl Rohre, die von den Gerätetafeln und Gestellen kommen, enden in einem Sammelkasten unter dem Fußboden auf STA 360.

Zwei flache Kanäle unter dem Frachtraumboden sind an dem Sammelkasten angeschlossen. Erst am hinteren Ende des vorderen Frachtraumes vereinen sich die Flachkanäle zu einer Düse (Exit Nozzle), von der die Luft ins Freie tritt. Bei ausreichend hohem Kabinenluft-Überdruck (mindestens 2,25 PSIG) reicht die Abluftmenge aus dem Führer- und Geräteraum durch die Düse zur Kühlung aus.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftverlauf

Kap. 21-3 Seite 11
Datum 2.69
Bearbeiter hsi
Korrektur-Nr. 1

An den Sammelkasten auf STA 360 ist außerdem ein zur rechten Rumpffseite führendes Rohr angeflanscht. Im mittleren Teil des Rohres sitzt ein Axialgebläse; zum Auslaß hin ist eine elektrisch betätigte Regelklappe und eine von Hand zu betätigende Notabschlußklappe eingebaut. Mittels eines am unteren FI-Panel eingebauten Dreilagen-Schalter kann das Gebläse geschaltet und die Regelklappe geöffnet bzw. geschlossen werden. Die Normalstellung des Schalters ist mit geschlossener Blechkappe "AUTOMATIC". Die Schaltstellungen "BLOWER OFF, VALVE CLOSED" und "BLOWER ON, VALVE OPEN" sind Prüf- und Notschaltungen. Letztgenannte Stellung darf bei Druckkabinenbetrieb nicht betätigt werden.

In Schaltstellung "AUTOMATIC" läuft das Gebläse und die Regelklappe ist geöffnet, bis ein Differenzdruck zwischen Kabine und Außenluft von 0,25 PSI erreicht ist. Das entspricht einer Differenzhöhe von etwa 500 Fuß. Bei Überschreiten dieses Diff.-Druckes fährt die Regelklappe auf halbe Öffnung und drosselt damit den Luftdurchsatz. Durch die beiden Flachrohre im Frachtraumboden nimmt die Menge der Abluft über die Düse infolge der Erhöhung des Kabinenüberdruckes zu. Hat der Differenzdruck zwischen Kabine und Außenluft den Wert von 2,25 PSI erreicht (entsprechend einer Differenzhöhe von etwa 4500 Fuß), schließt die Regelklappe ganz und das Gebläse wird abgeschaltet. Der Kabinenüberdruck reicht aus, um genügend Kühlluft durch die Drosseldüse im Rumpfboden durchzulassen.

Drei Differenzdruckschalter im Geräteraum haben die Regelklappe und das Gebläse geschaltet. Die Statikleitung in der Nähe der Differenzdruckschalter ist zu den Schaltern angezapft, eine Öffnung im Gehäuse der Schalter vermittelt den Kabinendruck.

Ein Schauzeichen am FI-Panel meldet die Stellung der Regelklappe.

Bleibt die Regelklappe im geöffneten Zustand bei Druckkabinenbetrieb über 2,25 PSIG hängen, können Schwierigkeiten in der Kabinen-Druckregelung auftreten. Für diesen Fall ist eine von Hand zu betätigende Absperrklappe in Strömungsrichtung eben unterhalb der Regelklappe vorhanden, sie müßte geschlossen werden.

Ein Luftfluß-Fühler (Air Flow Detector) ragt in den Sammelkasten an STA 360 hinein. Der Fühler enthält ein kleines Heizelement und einen Bimetallschalter. Das Heizelement ist nach Stromeinschaltung ständig gespeist, der

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Luftverlauf

Kap. 21-3 Seite 12

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

Luftdurchsatz des zugleich anlaufenden Gebläses kühlt normal den Fühler unter dem Ansprechpunkt des Schalters. Bei Betrieb der Druckkabine mit automatisch abgeschaltetem Gebläse reicht die durchgesetzte Luftmenge mit Auslaß aus der Düse auch aus. Ist bei ungenügendem Luftdurchsatz die Abkühlung des Heizelementes nicht ausreichend, schließt der anliegende Bimetall-Schalter und läßt am FI-Panel neben dem Schauzeichen eine bernsteinfarbige "NO AIRFLOW"-Warnlampe aufleuchten.

Die Schaltbilder zeigen die Beeinflussung der Differenzdruck-Schalter auf die Anlage.

ab 4. 707C und 707C BWB

3.10.1 Gerätekühlung

TBH-A, Kap. 25-40

Abb. S. 32 bis 34

Equipment Cooling

MM Chapt. 25-40

Ab 4. 707C ist die Anlage schalttechnisch geändert worden. Am FI-Panel ist ein Zweilagenschalter für das Gebläse (Blower) mit den Stellungen "NORMAL" und "OFF" vorhanden. In der Schaltstellung "NORMAL" bei Stromeinschaltung läuft das Gebläse. Ein weiterer Zweilagenschalter für eine Ablaßklappe (Overboard Dump Valve) mit den Stellungen "NORMAL" und "OPEN" soll in "NORM" stehen. Damit ist die elektrisch angetriebene Klappe in der Schließstellung. Oberhalb der Schalter befindet sich die "NO AIRFLOW"-Warnlampe in Bernsteinfarbe und eine grüne "VALVE OPEN"-Lampe. Wie bei den vorher besprochenen 707-Mustern drückt das Gebläse durch das anschließende Rohr die Luft nach draußen. In diesem Rohr befindet sich eine aerodynamisch geformte Klappe (Automatic Flow Control Valve). Erst mit zunehmendem Kabinenüberdruck bewegt sich die Klappe in Schließrichtung, bedingt durch die Zunahme der Luftgeschwindigkeit. Immer mehr Luft wird vom Gebläse in einen zweiten Kanal (Recirculation Duct) gedrückt. Das zweite Rohr mündet unter dem Frachtraumboden, dort wird die Luft der Kabinenabluft zugemischt. Das Aut. Flow Contr. Valve ist schon bei verhältnismäßig geringem Differenzdruck geschlossen und die grüne "VALVE OPEN"-Lampe ist erloschen. Die ganze vom Gebläse geförderte Luft wird unter den Frachtraum gedrückt.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707
LuftverlaufKap. 21-3 Seite 13
Datum 2.69
Bearbeiter hsi
Korrektur-Nr. 1

Leuchtet bei zu geringem Luftdurchsatz im Fluge die dunkelgelbe "NO AIRFLOW"-Lampe auf, muß der OVBD DUMP-Schalter in OPEN gelegt werden. Der vergrößerte Luftdurchsatz verbessert die Kühlung, die Lampe erlischt bald. Damit jetzt nicht über den Recirculation Duct Luft aus dem Gebiet unter dem Frachtraum nach außen tritt, enthält dieser Duct ein Check-Valve.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 1
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr. 1

4 Klimaregelung**Air Conditioning**

Die Klima-Anlage versorgt folgende Bereiche der Druckkabine mit klimatisierter Luft:

den Führerraum	Control Cabin
den Fluggastraum	Main Cabin
den Elektro-Geräteraum	Lower 41 Section
den vorderen Frachtraum (in B-Version)	Forward Cargo Compartment
den Klimaanlage-Verteilerraum	Air Cond. Distr. Bay

Die normale Beheizung der Luft, die in den klimatisierbaren Räumen einen Temperaturanstieg erzielen soll, erfolgt durch die Kompressionswärme der Turboverdichter. Es kann dieser T/C-Luft auch noch Engine Bleed Air (komprimierte Luft von dem Niederdruckkompressor der Triebwerke) zugesetzt sein.

In allen 707 ist eine zusätzliche elektrische Beheizung der zum vorderen Frachtraum geleiteten Luft möglich. Ab vierter 707C und in allen 707C-BWB kann die Luft für den vorderen Bereich des Führerraumes zusätzlich elektrisch beheizt werden.

Vor Eintritt in die Räume muß meistens ein mehr oder weniger großer Teil der T/C-EBA-Luft gekühlt werden. Eine Regeleinheit steuert die zu kühlenden Mengen, zwei Kühlanlagen besorgen die Kühlung.

Dem Flugingenieur fällt die Aufgabe zu, die Einschaltung von T/C- und EBA-Luft so vorzunehmen, daß folgende drei Grundforderungen für die Klima- bzw. für die Druckregelung erfüllt werden:

1. Die Temperatur und die Menge der Warmluft müssen ausreichen, um in den Behaglichkeitsgrenzen eine gewünschte Temperatur in den Fluggast- und Besatzungsräumen zu erzielen.
2. Die Luftmenge muß ausreichen, um einer Verschlechterung der Luft, insbesondere durch Sauerstoffmangel, vorzubeugen.
3. Der Luftdruck innerhalb der Druckkabine muß zwischen Start und Landung verändert werden.

Es liegt auf der Hand, daß dem Punkt 3 die größte Wichtigkeit zugemessen werden muß. Es kann vorkommen, daß bei sparsamstem Einsatz von komprimierter Luft die Forderung der Punkte 1 und 2 nicht erfüllt werden kann. Die Hinweise auf dem FI-Panel, allerdings nur in der 707A, die Einschaltung von T/C und EBA betreffend, berücksichtigen im wesentlichen den Punkt 3.

4.1 Verteilerzentrale und Kühlanlagen

Abb. S. 1 und 2

Die Verteilerzentrale (Air Cond. Distribution Bay) hat ihren Einbauort im hinteren Bereich des vorderen Frachtraumes. Drei Deckel auf STA 600 G + 18,5" ermöglichen den Zugang zu dem gut einen Meter tiefen Raum, der zur Druckkabine gehört. Der mittlere Deckel ist mit Schnellverschlüssen am Rahmengerüst befestigt. Bis auf wenige Unterschiede sind die in dem Raum befindlichen Teile in den drei Flugzeug-Baumustern ähnlich. In der Verteilerzentrale wird die von allen Lieferanten kommende Luft gesammelt, sinngemäß aufgeteilt und dann verteilt.

Der Raum der Verteilerzentrale ist nach hinten durch eine druckdichte Wand (STA 600K) von der Kühlanlage getrennt.

Die Kühlanlage besteht im wesentlichen aus zwei gleichen Kühlsystemen, die außerhalb der Druckkabine links und rechts des Kielträgers unter dem Tragflächenmittelstück untergebracht sind. Zwei ca. 6 m lange Klappen bilden den bequemen Zugang zu den Kühlsystemen. Die Klappen sind an dem mittleren Kielträger durch Scharnierbänder befestigt und werden im geschlossenen Zustand durch einige Spezialverschlüsse gehalten.

Jedes Kühlsystem besteht in der ersten Kühlstufe aus einem primären Luft-zu-Luft-Wärmeaustauscher. Das Hauptbauteil der zweiten Kühlstufe ist eine Expansionsturbine, die einen Kompressor antreibt. Zur Kühlung der Luft dieses Kompressors ist ein weiterer (secundärer) Luft-zu-Luft-Wärmeaustauscher vorhanden.

Die Art der Kühlung in der zweiten Stufe wird "AIR CYCLE SYSTEM" genannt. Die Kombination einer Expansionsturbine mit einem Kompressor auf gleicher Welle nennt Boeing "AIR CYCLE MACHINE" (ACM).

Die Verbindung zwischen der Verteilerzentrale und den beiden Kühlsystemen wird durch je ein "AIR COND. UNIT SHUTOFF VALVE", gebildet. Im allgemeinen werden die Klappen "PACK VALVES" genannt. Jede Schmetterlingsklappe wird von einem 115 V AC E-Motor angetrieben.

Die beiden zugehörigen mit "AIR COND. UNIT LEFT" und "RIGHT" bezeichneten Zweilagenschalter am FI-Panel sind mit einem lösbaren Steg verbunden, da sie meistens gemeinsam geschaltet werden.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 3

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

Im Normalfall sind nach dem Start aller Triebwerke die Pack Valves durch obengenanntes Schalterpaar in die Öffnungsstellung "ON" zu bringen. Ebenso sollen die Schalter in die Stellung "OFF" gebracht werden, solange noch 115 V Wechselstrom aus der Bordnetz -Eigenversorgung zur Verfügung steht.

4.2 Verteilerzentrale

Air Cond.Distr. Bay

Abb. S. 3 und 4

In der Verteilerzentrale befinden sich:

das Sammelrohr für T/C/EBA-Luft einschließlich 3" Bodenanschluß,

die Hauptkabinen-Regelunit mit Teilen des Handantriebes,

die Führerraum-Regelunit mit Diff.-Druckregler, der Anschluß und die Regelteile des Gasper-System,

das große T-förmige Sammelrohr mit weiterführenden Ansätzen und dem 8" Bodenanschluß

und ein angeschlossener Pressure Transmitter.

In den vorhergehenden Abschnitten war von einigen Bauteilen, z.B. Gasper-System, schon die Rede.

4.2.1 Hauptkabinen-Temperatur-Regelunit

Main Cabin Temp. Control Valve

Abb. S. 5 und 6

Das Hauptbauteil in der Verteilerzentrale ist ein umfangreiches zusammengebautes Rohrsystem mit sechs Steuerklappen, genannt "MAIN CABIN TEMP.CONTROL VALVE". Ein zentraler Antrieb, mit einem E-Motor ausgerüstet, steuert die sechs Schmetterlingsklappen in festgelegter Reihenfolge vermittelt einer Transmission. Diese Transmission besteht aus einem Gehäuse mit vier Kurvenscheiben, von denen jede ihr Klappenpaar (bzw. Einzelklappe) über Hebel und Stoßstangen antreibt.

Die elektrische Steuerung der Hauptkabinen-Regelunit (Main Cabin Temp. Control Valve) vom FI-Panel aus wird im Abschnitt 4.5 beschrieben.

Eine Darlegung des Luftverlaufes in der Regelunit erfolgte bereits im Abschnitt 3 unter 3.2 Verteilerzentrale, worauf verwiesen wird.

**4.2.2 Führerraum-Temperatur-
Regeleinheit****Control Cabin Temp.
Control Valve**

Abb. S. 7

Die Luftentnahmen für den Führerraum erfolgen an geeigneten Stellen an dem Vorlaufrohr (Warmluft) bzw. den Kühlluftrohren der Hauptkabinen-Regeleinheit. Die Warmluftklappe (Hot Air Valve) hat eine Verbindung mit dem Rohr vor der Rückdruckklappe (Back Pressure Valve) und erhält von dort ungekühlte T/C- bzw. EBA-Luft. Die Kaltluftklappe (Cold Air Valve) erhält von einem Sammelrohr gekühlte Luft aus beiden Kühlanlagen. Beide Klappen werden von einem mit E-Motor bestückten Antrieb gemeinsam verstellt. Je nach Stellung der Klappen erhält die anschließende Mischkammer wärmere oder kühlere Luft, die zum Führerraum geleitet wird. Die elektrische Steuerung auch dieser Regeleinheit findet sich im Abschnitt 4.5.

4.2.3 Handantrieb der Hauptkabinen-Regeleinheit für 707A

Abb. S. 8

Nur für den Antrieb der sechs Klappen zum Fluggastraum (Main Cabin) kommt die Möglichkeit einer Verstellung durch einen Handantrieb hinzu. Die Fahrwerk-Notausfahrkurbel wird verwendet.

In der Mitte der Hauptkabine auf STA 600 J + 15,6" (etwa in der Höhe des Einlaufs der Flügelnase in den Rumpf) unter einer Klappe in der Fußbodenmitte wird die Handkurbel bajonettartig eingesetzt. Durch das Anheben der Handkurbel wird der E-Motorantrieb von der Transmission getrennt. Ein "SLIDE" verhindert nach dem Unterschieben ein Wiedereinkuppeln des E-Motor-Antriebes. In der auf dem Deckel angegebenen Drehrichtung lassen sich die Klappen durch die Transmission verstellen. Eine ungefähre Ablesemöglichkeit der Klappenstellung hat man noch an einem Führungsfinger an der Seite unter dem Deckel. Die oberste Stellung des Fingers ist bei "FULL HEAT", die unterste Stellung entspricht "MAXIMUM COOLING".

Bei gleichzeitiger Luftversorgung muß die Kanaltemperatur-Anzeige am FI-Panel beachtet werden. Die Temperatur im Kanal (Duct) soll bei Handkurbel-Verstellung in Richtung "WARMER" nicht über ca. 70°C (160°F) ansteigen.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 5

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

4.2.4 Handantrieb der Hauptkabinen-Regereinheit für 707B u. C

Abb. S. 9 bis 12

In der 707B und C erfolgt der Handantrieb vom Führerraum aus. Unter einer Klappe im Fußboden, die an der Tür zum Niedergang liegt, befindet sich der Fernantrieb. Die Fahrwerk-Notausfahrkurbel wird zum Antrieb verwendet. Über Seilzüge erfolgt das Entkuppeln und auch der Antrieb der Regeleinheit in der Verteilerzentrale. Auf der Innenseite des Zugangsdeckels findet man die Bedienanweisung, die in ihren Tätigkeitsschritten genau zu beachten ist.

Vor allem muß der kleine Schalter in "OFF" gelegt werden. Dadurch ist der E-Motor an der Regeleinheit stromlos. Dann wird der Nasenknopf "BRAKE" neben dem Schalter angehoben und aus der Stellung "NORMAL" in die Stellung "LOCK" verdreht und einrasten lassen. Das Foto Abb. S. 11 zeigt diese Stellung. Jetzt ist der Antrieb blockiert. Der große Knopf "CLUTCH" wird in Flugrichtung gezogen und durch den Keil an der Kette gegen Zurückschnellen gesichert. Über das Kuppelungsseil (Clutch Cable) wurde in der Verteilerzentrale am Declutch Crank eine Rückholfeder gespannt und durch den Valve Clutch Rod der Klappenantrieb (Valve Actuator) entkuppelt.

Jetzt kann die Handkurbel eingesetzt werden. Die Handkurbel läßt sich erst drehen, nachdem der Nasenknopf "BRAKE" in "NORMAL" gestellt ist. Erfolgt die Verstellung mittels Handkurbel bei gleichzeitiger Luftversorgung, z.B. im Fluge, soll nach einer Verstellung die Sperre (Brake) wieder in Stellung "LOCK" gebracht werden. Dadurch wird die selbständige Verstellung der Regeleinheit durch Luftkräfte auf den Klappen verhindert. Während der Betätigung mittels Handkurbel wird über ein Zahnradpaar eine Seilscheibe verstellt. Die Achse der Seilscheibe hat am oberen Ende einen Zeiger, der auf dem Foto auf COOL zeigt. Die Bezeichnungen mit Richtungspfeilen um die Handkurbel-Achse geben die Drehrichtungen an, um die Regeleinheit von Cool nach Heat und umgekehrt zu verstellen. Bei gleichzeitiger Luftversorgung ist eine Kanal-Temperatur-Überwachung vorgeschrieben wie bei der 707A.

Wird vom Handantrieb wieder auf den automatischen Antrieb zurückgegangen, wird zuerst die Kupplung (Clutch) geschlossen. Dazu ist der schwarze Kugelknopf gut zu fassen bevor der Keil entfernt wird. Die Rückholfeder zieht den Clutch-Hebel zurück und gibt die Kupplung frei. Mittels Handkurbel wird jetzt in Richtung COOL verstellt, nachdem die Sperre (Brake) in "NORMAL" gebracht war. Wenn erforderlich, muß die Handkurbel von "COOL" in Richtung "HEAT" noch gedreht werden, bis ein plötzlicher Widerstand anzeigt, daß die Kupplung im "Valve Actuator" (Regeleinheit-Antrieb) eingerastet hat. Die Handkurbel kann entfernt und der elektr. Schalter von "OFF" auf "NORMAL" gelegt werden.

Beim normalen elektrischen Antrieb der Regeleinheit durch den Valve Actuator werden die Seilscheiben immer mit verstellt, so auch die Seilscheibe und das Getriebe am Handantrieb im Führerraumboden.

CLUTCH und BRAKE müssen immer in Stellung "NORMAL" liegen, da sonst Schäden an der Anlage zu erwarten sind.

4.3 Kühlanlagen

Abb. S. 1 und 13 bis 15

Jede der beiden Kühlanlagen erhält über ihr geöffnetes Pack Valve die zu kühlende Luft. Die Luftmenge wird durch Stellungsveränderung der 6 Klappen in der Hauptkabinen-Regeleinheit bestimmt, deren genaue Beschreibung einem späteren Abschnitt vorbehalten ist. Auch der Weg der Luft wird von den Klappen der Regeleinheit gesteuert, und zwar wird in einem bestimmten Fall alle Luft vom Pack-Valve kommend, nur den ersten Wärmeaustauscher durchlaufen. Anschließend geht die Luft über das Check-Valve zur Regeleinheit zurück. Wird hier eine Drosselung vorgenommen bei gleichzeitiger Öffnung des zweiten Rückweges, muß die Luft vom ersten Wärmeaustauscher kommend auch die ACM und den zweiten Wärmeaustauscher durchlaufen.

Im Prinzip sind die Anlagen bis auf wenige Einzelheiten bei allen 707-Mustern gleich.

In Einzelabschnitten sollen Kurzbeschreibungen der Bauteile erfolgen.

4.3.1 Erster Wärmeaustauscher**Primary Heat Exchanger**

Abb. S. 16

Der erste Wärmeaustauscher ist ein Rohrkühler, dessen Rohre im eingebauten Kühler senkrecht stehen. Die obere Kammer ist in der Mitte durch eine Wand geteilt. Die vom Pack Valve zugeführte Luft wird der einen Kammerhälfte zugeleitet. Die Luft durchströmt nach unten die Hälfte der gesamten Rohre, wird in der unteren Kammer umgelenkt und fließt durch die zweite Hälfte der Rohre in die andere obere Halbkammer. Von dort verläuft ein Rohr zurück durch das Druckschott zum "ACM BYPASS VALVE" der Regeleinheit.

Kühlluft aus dem Stauluftkanal strömt über die Rohre des Kühlers zum abführenden Sammelkanal. Durch Öffnung eines "FAIRING ACCESS PANEL" (Blechdeckel) kann die Kühlluft-Einlaufseite auf Fremdkörper und Verschmutzung untersucht werden. Turbofan und Exit Damper gehören zur Kühlluft-Steuerung.

4.3.2 Kühlturbine**Air Cycle Machine**

Abb. S. 17 und 18

Jede der beiden Kühlanlagen hat für die Tiefkühlstufe eine Kühlturbine (ACM). Es handelt sich um eine Expansionsturbine, die mit einem Kompressor auf gleicher Welle sitzt und frei läuft. Nachdem der erste Wärmeaustauscher die Luft mittels Außenluft gekühlt hat, besteht durch Expansion des Luftdruckes in der Turbine der ACM die Möglichkeit einer Tiefkühlung (Refrigeration). Die Turbine muß bei ihrem Lauf belastet und abgebremst werden, da sie eine Kraftmaschine darstellt. Durch die Wahl eines Kompressors für diesen Zweck ist eine Leistungssteigerung durch Vorkomprimierung der Luft gegeben, wenn die Luft erst dem Kompressor zugeführt wird. Das eingebaute Aggregat läuft völlig frei. Die Schmierung der Lager erfolgt nach Vorschrift auf einem Schildchen am Gehäuse. Das Entlüftungsrohr (Vent Line) des Mittelgehäuses wird weit aus dem Bereich der ACM geführt und mündet in der Rumpfhaut in Höhe der Verteilerzentrale.

Die Erwärmung der Luft im Kompressor der ACM ist unerwünscht und setzt die Kühlleistung der Turbine herab. Deshalb wird zwischen dem Auslaß des Kompressors und dem Einlaß zur Turbine ein Kühler eingesetzt (Secondary Heat Exchanger).

4.3.3 Zweiter Wärmeaustauscher**Sec. Heat Exchanger**

Abb. S. 19

Der zweite Wärmeaustauscher hat einen ähnlichen Aufbau wie der erste. Die Luft vom Kompressor der ACM wird in eine geteilte vordere Kammer geleitet. Die Rohre liegen waagrecht. Auf der Rückseite des Kühlers erfährt die Luft in einer Kammer eine Umlenkung und fließt durch die zweite Hälfte der Rohre nach vorn zum Einlaßstutzen der ACM-Turbine.

Wie beim ersten Kühler wird Kühlluft aus dem Stauluftkanal entnommen. Sie wird mit der vom ersten Kühler abgeführten Kühlluft weitergeleitet.

Im Einlaßrohr (Inlet Duct) und im Auslaßrohr (Outlet Duct) befinden sich Bimetall-Schalter mit verschiedenen Temperatur-Ansprechpunkten. Mit der Auslösung geeigneter Maßnahmen bei Erreichen der Temperaturen wird eine Überhitzungs-Begrenzung und Drehzahl-Begrenzung der ACM vorgenommen.

nur 707 B+C

Eine durch einen E-Motor angetriebene Klappe im Kühlluftkanal hinter dem zweiten Kühler kann zu gegebener Zeit den Kühlluftdurchsatz absperren bzw. freigeben. Diese Klappe ist geschlossen, wenn die Luft nur den ersten Wärmeaustauscher passiert, die Tiefkühlstufe mit der ACM und dem zweiten Wärmeaustauscher also nicht im Einsatz ist.

4.3.4 Wasserabscheidung**Water Separation**

Abb. S. 20

Durch die Expansion der Luft in der Turbine der ACM fällt die Temperatur stark ab. Bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit wird der Taupunkt erreicht und es fällt freies Wasser in Form von Nebel und feinsten Tröpfchen an.

Der Wasserabscheider hat die Aufgabe, dieses freie Wasser nach außen abzuführen.

Die nasse Luft betritt an der Stirnseite den Wasserabscheider, wird durch einen konischen Fiberglasbeutel,

der als Kondensator (Tröpfchenbildner) wirkt, gedrückt und erfährt durch die besondere Lochung des konischen Abstützrohres eine schraubenförmige Bewegung innerhalb des Stützrohres. Dadurch wird das meiste Wasser an den Umfang des Rohres geschleudert und durch ein kurzes gelochtes Rohr einer Ring-Sammelkammer zugeführt. Aus der Sammelkammer wird das Wasser nach außen abgelassen. In den langen Air-Conditioning-Klappen ist an der Stelle des Durchtrittes eine Bohrung in der Behätigung.

Steigt infolge von Verschmutzung oder Vereisung des Fiberglasbeutels der Widerstand auf einen Differenzdruck von 6 bis 8 inch Hg an, beginnt ein "Relief Valve" an der Stirnseite des konischen Rohres zu öffnen. Vor dem "Relief Valve" sitzt eine Blechkappe mit Schlitz, damit auf dem Ventil nur der statische Druck wirkt und eine direkte Vereisung des Ventils verhindert wird. Bei offenem Ventil wird der Condenser umgangen und eine Wasserabscheidung findet nicht statt.

4.3.5 Eisverhütung im Wasserabscheider

Abb. S. 20 bis 22

Bei hoher Kühlforderung wird durch die Klappen in der Kabinen-Regleinheit ein großer Luftdurchsatz durch das Kühlaggregat (ACM) gesteuert. Die Kühlwirkung der Turbine kann bis unter den Gefrierpunkt des Wassers reichen, womit der Wasserabscheider zufriert. Um das zu vermeiden, wird ab 2°C, gemessen am Ausgang des Wasserabscheiders, Warmluft zugesetzt. Die Warmluft wird dem Auslaßrohr des ersten Wärmeaustauschers entnommen und über ein Mengenbemessungsventil einer Ringkammer am Eingangsstück des Wasserabscheiders zugeführt. Durch viele Öffnungen in der Ringkammer gelangt die Warmluft in den Kaltluftstrom zum Wasserabscheider.

Das automatisch arbeitende System besteht aus einem Regelventil (Anti-Icing Control Valve) und einem Luftdruckregler (Anti-Icing Thermostat). Der Luftdruckregler bezieht seine Druckluft auch aus dem Auslaßrohr des ersten Wärmeaustauschers.

Das luftdruckregelnde Bauteil im Luftdruckregler ist ein Kugelventil (Control Valve and Seat), dessen Schließdruck mit der Temperatur-Veränderung im Kanal variiert. Dazu verwendet man zwei ineinander gesteckte Hülsen mit unterschiedlichem Ausdehnungsbeiwert (Temperature Sensing Elements).

Wirkweise: Fällt die Temperatur im Wasserabscheider-Auslaß (parallel mit der Drehzahlerhöhung der ACM), so verkürzt sich die äußere Hülse des Thermostats mehr als die innere Hülse. Der Anpreßdruck des Kugelventils wird damit erhöht, als Folge erhöht sich auch der Luftdruck im Rohr zum Regelventil. Steigt die Temperatur im Kanal wieder an, verringert sich der Anpreßdruck des Kugelventils und der Luftdruck im Rohr zum Regelventil fällt.

Bei fallender Temperatur im Kanal soll bei Erreichen von 2°C der Luftdruck im Regelventil so groß sein, daß die Klappe im Kanal in geregelte Öffnungsstellung geht. Die dadurch erzielte Beimischung von Warmluft soll ausreichen, einen weiteren Temperaturfall der Luft im Wasserabscheider zu verhindern.

4.3.6 Absperr- und Regelklappen

Shutoff Valves

Abb. S. 23 und 24

Eine ganze Reihe Absperr- und Regelklappen sind für die Anlagen erforderlich. In einer Tabelle auf der Abb. S. 23 sind sie aufgeführt. Der Antrieb aller Klappen erfolgt durch E-Motore für 115 V Wechselstrom. Die Laufzeit der Klappen aus dem geschlossenen in den geöffneten Zustand (und umgekehrt) beträgt 3 bis 6 Sekunden. Mit Ausnahme des Turbo Fan S.O.V. werden alle Klappen von Schaltern am FI-Panel betätigt. Das Aux. Crew Heat Valve läßt sich auch in die geschlossene und geöffnete Stellung fahren, aber mittels des Schalters in jede Zwischenstellung regeln.

4.4 Stauluft-Regelung

Ram Air Control

Zur Kühlung der Warmluft in den beiden Wärmeaustauschern wird im Fluge Stauluft verwendet. Auf beiden Seiten des Rumpfes im Flächenübergang sind die Einlässe. Der Kühlluftauslaß jeder Seite befindet sich am hinteren Ende der Kühlanlage und führt nach unten durch eine Öffnung in der Abdeckklappe. Die Ausführung an den drei Flugzeugbaumustern 707A bis C ist unterschiedlich, es wurde daher eine Trennung der Beschreibung vorgenommen.

nur 707A**4.4.1 Stauluft-Regelung**

Abb. S. 1, 15 und 25, Schaltbild Abb. S. 37

Die linke und rechte Kühlanlage sind einander gleich. Die Lage der eingebauten Teile ist spiegelbildlich. Aus diesem Grunde genügt die Beschreibung nur einer Anlage.

Im Staulufteinlaß befindet sich eine senkrechte Trennwand. Sie führt Kühlluft im vorderen Teil zum zweiten Kühler, im hinteren Teil wird der erste Kühler versorgt. Ein Sammelkanal auf der Austrittsseite der Kühlluft aus den Kühlern nimmt die Luft auf und gibt sie im Fluge durch ein geöffnetes Klappenpaar ins Freie ab (Ram Air Exit Damper). Durch den linken Fahrwerkschalter erfolgt beim Aufsetzen des Flugzeuges eine Umschaltung. Der Klappenantrieb (Exit Damper Actuator) schließt das Klappenpaar. Zugleich wird das "Turbofan Shutoff Valve" geöffnet. Ist das Pack-Valve geöffnet und sind Druckquellen angeschlossen (T/C, EBA oder 3" Bodenanschluß), wird ein "Turbofan" angetrieben. Die Antriebsluft wird dem Zuführrohr zum ersten Kühler entnommen.

In der kleinen Skizze ist der Turbofan geschnitten dargestellt. Auf dem Lüfterrad (Fan) sitzen außen Turbinenschaufeln. Die im Rohrstutzen vom Turbofan Valve zugeführte Luft treibt den Turbinenkranz an. Die maximale Drehzahl kann etwa 11200 RPM sein. Der angetriebene Fan saugt die Kühlluft aus dem Sammelkanal hinter den Kühlern ab. Zusammen mit der Turbinen-Antriebsluft tritt die Kühlluft aus einem Rohr in dem hinteren Teil der Stauluft-Verkleidung ins Freie. Das Foto zeigt den Auslaß.

Es wird am Boden genügend Luft durch den Fan über beide Kühler gesaugt, um die geforderte Kühlwirkung zu gewährleisten.

Beim Abheben des Flugzeuges bewirkt die Umschaltung des linken Fahrwerkschalters das Öffnen des "Ram Air Exit Damper" und das Schließen des "Turbofan Shutoff Valve". Der Turbofan wird nicht mehr angetrieben, kann aber, durch Stauluft über das Lüfterrad angeblasen, mit kleinen Drehzahlen laufen (Windmilling). Schalter zum Fahren des Ram Air Exit Damper oder des Turbofan Valve sind am FI-Panel nicht vorhanden. ebenso keine Fernstellungsanzeige. Wie vorher erwähnt, ist das Turbofan Valve nur am Boden geöffnet zum Betrieb des Turbofan. Beim Erreichen einer Höchsttemperatur (170°C) im Aus-

laßrohr des Kompressors der ACM wird ein dort sitzender Bimetallschalter über ein Relais das Turbofan Valve im Fluge auffahren. In diesem Fall läuft der Turbofan auch im Fluge. Die im Text angesprochenen elektrischen Schaltungen können im Schaltbild Abb. S. 37 verfolgt werden. Das Schaltbild wird im Abschnitt 4.6 "Elektrische Steuerung der Klimaanlage" behandelt.

nur 707 B+C

4.4.2 Stauluft-Regelung

Abb. S. 2,14,15,26 und 27

In den 707B und C - Flugzeugen ist die Stauluft-Regelanlage wesentlich erweitert worden.

Jede der beiden Kühlanlagen enthält:

eine Einlaßklappe	Ram Air Inlet Damper
eine Auslaßklappe	Ram Air Exit Door
eine Gebläse-Auslaßklappe	Turbofan Exit Door
eine Absperrklappe des zweiten Kühlers	Sec. Heat Exchanger Shutoff
eine Gebläseklappe	Turbofan Shutoff Valve
ein Gebläse	Turbofan

Stauluft wird auch hier im Fluge als Kühlluft für den ersten und zweiten Kühler verwendet. Für die Versorgung am Boden dient für jede der beiden Kühlanlagen ein Turbofan. Der linke Fahrwerkschalter leitet bei der Landung und beim Abheben Umschaltungen ein, die Änderungen von Klappenstellungen veranlassen. Am Boden läuft der Turbofan. Im Fluge lassen sich vom FI-Panel aus die Einlaßklappe und beide Auslaßklappen beider Kühlanlagen verstellen. Teils erfolgt auch eine automatische Folgeverstellung von Klappen im Fluge.

Mit Ausnahme der Turbofan Shutoff Valves können die Stellungen der Klappen auf einem Zweizeiger-Instrument am FI-Panel abgelesen werden. Mit dem gleichen Zweizeiger-Meßwerk werden die Stellungen der Führerraum- und Hauptkabinen-Temperatur-Regelungen überwacht. Ein rechts vom Instrument befindlicher Drehwahlschalter schaltet die gewünschten Klappenanzeigen.

Soweit nicht besonders angegeben, ist im folgenden von nur einer der zwei Stauluft-Regelanlagen die Rede. Die einzelnen Klappen sollen anschließend beschrieben werden:

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 13

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

1. Stauluft-Einlaßklappe Ram Air Inlet Damper

Abb. S. 14 und 26

Durch Fahren von Stauluft-Einlaßklappen kann der Einlaßquerschnitt im Fluge verändert und somit die Kühlluftmenge reguliert werden.

Der elektrische Antrieb (Linear Actuator) befindet sich im vorderen Bereich der Kühlanlage. Eine Drehwelle mit Hebeln überträgt die Bewegungen des Antriebes auf das Klappenpaar im Lufteinlaßschacht. Von der geteilten Klappe wird das vordere Teil durch einen Rollenhebel bewegt, der hintere Teil folgt zwangsläufig. In der Schließendstellung des Antriebes bleibt ein beachtlich hoher Schlitz zwischen Schacht und Klappenpaar.

Die Einlaßklappe ist am Boden geöffnet und läßt sich dort nicht in Schließstellung fahren. Im Fluge ist ein Einfluß erst möglich, wenn die Regelungseinheit der Hauptkabine nicht mehr im Tiefkühlbereich steht. Wie später noch näher erklärt wird, ist der Tiefkühlbereich für die linke und rechte Kühlanlage durch je einen 31%-Schalter am Seilrad der Handregelung begrenzt.

Die Schaltung geschieht von einem am FI-Panel sitzenden Kippschalter, der die Bezeichnung "INLET VALVE" und die Stellungen "OPEN-OFF-CLOSE" besitzt. Die OPEN- und CLOSE-Stellung sind Momentanstellungen, dazwischen liegt die Ruhestellung "OFF". Die Stellung dieses Klappenpaares wird auf einem Zweizeiger-Meßwerk am FI-Panel angezeigt, wenn der rechts vom Instrument befindliche Drehknopf in die Stellung "INLET" gedreht wird. Die Übertragung der Klappenstellung auf das Instrument besorgt ein Potentiometer an der Drehwelle.

2. Stauluft-Auslaßklappe Ram Air Exit Door

Abb. S. 15 und 27

Die Stauluft-Auslaßklappe kann auch, wie die Einlaßklappe, im Fluge betätigt werden. Sie nimmt teil an der Kühlluft-Mengenregulierung. Am Ende des Kühlluft-Sammelschachtes hinter den beiden Kühlern ist die Auslaßklappe an einem Scharnier

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 14

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

angebracht. Der elektrische Antrieb fährt über Hebel und Drehwelle die Klappe nach innen auf. Die Klappe ist am Boden geschlossen und läßt sich dort nicht in die Öffnungsstellung fahren. Beim Abheben des Flugzeuges fährt die Klappe automatisch auf. Sie kann im Fluge in Richtung Schließstellung erst gefahren werden, wenn die 31%-Umschaltung erfolgt ist, wie bei der Einlaßklappe.

Der zugehörige "EXIT VALVE"-Kippschalter mit den Stellungen "OPEN-OFF-CLOSE" am FI-Panel ist zum Fahren der Klappe im Fluge. Die Stellung wird am Zweizeiger-Meßwerk angezeigt, wenn der Drehknopf auf "EXIT" steht. Das Potentiometer steht in Verbindung mit der Drehwelle.

3. Gebläse-Auslaßklappe

Turbofan-Exit-Door

Abb. S. 15 und 27

Die nach innen öffnende Klappe ist ein Teil der hinteren Verkleidung neben den langen Kühlanlagen-Türen. Der elektrische Antrieb, der die Klappe über Hebel und Drehwelle betätigt, befindet sich unter einem Schraubdeckel neben dem Auslaß. Dort sitzt auch das Stellungs-Potentiometer, das über Hebel verstellt wird.

Die Klappe ist am Boden stets geöffnet und läßt sich dort nicht in Schließstellung fahren. Beim Abheben des Flugzeuges fährt die Klappe erst dann automatisch zu, nachdem die Gebläseklappe (Turbofan Shutoff Valve) ganz geschlossen ist. Die elektrische Betätigung der Klappe vom FI-Panel aus, und zwar das Öffnen im Fluge, wird nur vorgenommen, wenn der Stauluftauslaß (Ram Air Exit Door) nach dem Start des Flugzeuges nicht öffnet. Am FI-Panel sitzt ein verriegelbarer Zweilagenschalter "TURBOFAN EXIT VALVE OVERRIDE" mit den Schaltstellungen "NORMAL" und "OPEN". Die Klappe wird im Fluge ohne Betätigung des Schalters automatisch geöffnet, wenn die Stauluft-Auslaßklappe mittels ihres Schalters ganz geschlossen wird.

Die Stellung der Klappe wird am Zweizeiger-Meßwerk angezeigt, wenn der Drehknopf auf "TURBOFAN EXIT" steht.

4. Absperrklappe des 2. Kühlers Sec. H.E. Shutoff
Abb. S. 2, Pos. 17 und S. 19

Die Klappe befindet sich im Kühlluft-Kanal hinter dem zweiten Kühler. Sie hat die flachovale Form des Kanals. Außen am Kanal ist der elektrische Antrieb befestigt und betätigt die Klappe über Stoßstange, Hebel und Drehwelle. Kleine Hebel an der Drehwelle verstellen das Potentiometer, das auf das Zweizeiger-Meßwerk wirksam wird, wenn der Drehknopf auf "SEC HEAT EXCH" steht.

Die Klappe ist am Boden und im Fluge im Tiefkühlbereich geöffnet. Die 31%-Schalter am Seilrad der Handregelung sind die einzigsten Schalter, die auf die Klappenstellung Einfluß nehmen können.

5. Gebälseklappe Turbofan Shutoff Valve
Abb. S. 2, Pos. 13

Die Klappe befindet sich am Anfang eines Rohres, das zwischen dem Einlaßrohr des ersten Kühlers und dem Gebläse (Turbofan) verläuft. Das elektrische Öffnen und Schließen wird über Relais von den Fahrwerksschaltern vorgenommen. Am Boden ist die Klappe geöffnet, damit nach Öffnen des Pack Valves bei vorhandener Luftversorgung der Turbofan laufen kann.

4.4.3 Fahrweise der Kühlluft-Klappen 707B und C
Abb. S. 28 bis 30

Bei der Darstellung der Fahrweise soll mit dem Schema der vier Grundstellungen zusammenfassend und kurz die Bewegung und Abhängigkeit der Klappen geschildert werden.

1. Am Boden: Wie bei der 707A ist die "RAM AIR EXIT DOOR" (Stauluftauslaß) geschlossen und das "TURBOFAN SHUTOFF VALVE" (Gebälseklappe) offen. Das Öffnen der Gebälseklappe ist jetzt jedoch von dem vollzogenen Auffahren der "TURBOFAN DOOR" abhängig. Ebenfalls in offener Stellung befinden sich der "RAM AIR INLET DAMPER" und der "SEC.H.E. DAMPER". Letzterer öffnet allerdings erst, nachdem die Temperatur-Regereinheit der Hauptkabine in den Bereich "COOL" eingetreten ist. Die Schwelle ist

4. Absperrklappe des 2. Kühlers Sec. H.E. Shutoff
Abb. S. 2, Pos. 17 und S. 19

Die Klappe befindet sich im Kühlluft-Kanal hinter dem zweiten Kühler. Sie hat die flachovale Form des Kanals. Außen am Kanal ist der elektrische Antrieb befestigt und betätigt die Klappe über Stoßstange, Hebel und Drehwelle. Kleine Hebel an der Drehwelle verstellen das Potentiometer, das auf das Zweizeiger-Meßwerk wirksam wird, wenn der Drehknopf auf "SEC HEAT EXCH" steht.

Die Klappe ist am Boden und im Fluge im Tiefkühlbereich geöffnet. Die 31%-Schalter am Seilrad der Handregelung sind die einzigsten Schalter, die auf die Klappenstellung Einfluß nehmen können.

5. Gebläseklappe Turbofan Shutoff Valve
Abb. S. 2, Pos. 13

Die Klappe befindet sich am Anfang eines Rohres, das zwischen dem Einlaßrohr des ersten Kühlers und dem Gebläse (Turbofan) verläuft. Das elektrische Öffnen und Schließen wird über Relais von den Fahrwerksschaltern vorgenommen. Am Boden ist die Klappe geöffnet, damit nach Öffnen des Pack Valves bei vorhandener Luftversorgung der Turbofan laufen kann.

4.4.3 Fahrweise der Kühlluft-Klappen 707B und C
Abb. S. 28 bis 30

Bei der Darstellung der Fahrweise soll mit dem Schema der vier Grundstellungen zusammenfassend und kurz die Bewegung und Abhängigkeit der Klappen geschildert werden.

1. Am Boden: Wie bei der 707A ist die "RAM AIR EXIT DOOR" (Stauluftauslaß) geschlossen und das "TURBOFAN SHUTOFF VALVE" (Gebläseklappe) offen. Das Öffnen der Gebläseklappe ist jetzt jedoch von dem vollzogenen Auffahren der "TURBOFAN DOOR" abhängig. Ebenfalls in offener Stellung befinden sich der "RAM AIR INLET DAMPER" und der "SEC.H.E. DAMPER". Letzterer öffnet allerdings erst, nachdem die Temperatur-Regereinheit der Hauptkabine in den Bereich "COOL" eingetreten ist. Die Schwelle ist

durch die Schalter am Seilrad des Handantriebes bestimmt und liegt bei 31% vor "MAXIMUM COOL".

Eine Betätigung der Schalter:

"INLET VALVE"	(Ram Air Inlet Sw.)
"EXIT VALVE"	(Ram Air Exit Sw.)
"TURBOFAN EXIT VALVE OVERRIDE"	(Turbofan Door Override Sw.)

hat am Boden keinen Einfluß.

2. Im Fluge: Die "RAM AIR EXIT DOOR" fährt unmittelbar nach "TAKE-OFF" auf, da das Relais R 467 nicht abfällt. Gleichzeitig schließt das "TURBOFAN SHUT-OFF VALVE". Dieses Schließen löst dann das Zufahren der "TURBOFAN EXIT DOOR" aus. Die "RAM AIR INLET DAMPER" werden nach dem Start nicht beeinflusst und bleiben offen.

Sobald die Regeleinheit der Hauptkabine in Richtung HEAT die Umschaltung bei 31% vornimmt, fährt der "SEC.H.E. DAMPER" automatisch zu. Im weiteren Steigflug können jetzt der "RAM AIR INLET DAMPER" und die "RAM AIR EXIT DOOR" in Drosselstellung gebracht werden, mittels der Schalter am FI-Panel. Hierbei wird die Stellung "TEMP.CONTROL" am Wahl-Drehschalter eingestellt und die rechte Anzeige "MAIN" beobachtet.

Falls erforderlich, kann das "TURBOFAN EXIT VALVE" (Turbofan Door) über den "OVERRIDE"-Schalter geöffnet werden. Die Turbofan Door öffnet automatisch, sobald die "RAM AIR EXIT DOOR" mit dem "EXIT VALVE"-Schalter ganz geschlossen wird.

Die beiden Schaltbilder werden nach Bedarf im Unterricht durchgesprochen.

4.4.4 Stauluftversorgung der Kabine Ram Air

Abb. S. 1,2,14,24,31 bis 36

Es besteht im Fluge die Möglichkeit zur reinen Stauluftversorgung der Räume der Druckkabine. Eine Einschaltung erfolgt nur im Notfall bei Ausfall der Druckkabinenregelung oder bei größeren Schäden in dem äußeren Abschluß (z.B. Rumpfhaut oder Fenster) des Druckraumes. Eine temperaturmäßige Behandlung der Stauluft vor

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 17

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

Eintritt in die Räume ist allerdings nicht gegeben. Trotzdem soll im Kapitel "Klima-Anlage" das System besprochen werden.

In dem Stauluftkanal jeder Seite unmittelbar vor der Kühlluftabnahme zum zweiten Kühler ist ein Rohr angesetzt. Es mündet in das Rücklaufrohr hinter dem Wasserabscheider zum Druckschott. In dieses Verbindungsrohr jeder Seite ist ein "RAM AIR SHUTOFF VALVE" eingebaut.

Die Klappen des 2 1/2-Zoll-Valves werden von 115 V AC-E-Motoren angetrieben.

Durch einen für beide Valves gemeinsamen Schalter am FI-Panel mit der Bezeichnung "RAM AIR" erfolgt die Öffnung und Schließung. Bei Öffnung der Valves im Fluge sollten beide Pack Valves in "OFF" geschaltet werden, die Kühlanlagen fahren daraufhin in die Stellung "FULL COOL". Damit ist die ungestörte Stauluftzufuhr zur Hauptkabine und zum Führerraum gewährleistet.

4.5 Temperatur-Steuerung

Temperature Control

Durch Temperatur-Wähler am FI-Panel können, getrennt für die Hauptkabine und den Führerraum, zwischen 18 und 30°C Lufttemperatur vorgewählt werden. Die Wahlgeräte wirken auf die Regeleinheiten für Hauptkabine und Führerraum in der Verteilerzentrale. Die Kabinen-Regeleinheit (Main Cabin Temperature Control Valve) erhält komprimierte Warmluft vom Pneumatic System (T/C und/oder EBA). Durch die sechs Regelklappen am gemeinsamen Antrieb der Kabinen-Regeleinheit wird eine Steuerung der komprimierten Warmluft dann vorgenommen, wenn mindestens ein Pack Valve mittels des zugehörigen Schalters am FI-Panel geöffnet wurde. Zwei hintereinander liegende Regelklappen steuern die Warmluft zur Kabine, von den restlichen vier Regelklappen sind je zwei den beiden Kühlanlagen zugeordnet.

Die Führerraum-Regeleinheit (Control Cabin Temperature Control Valve) hat zwei Regelklappen mit gemeinsamem Antrieb. Die Warmluftklappe erhält die gleiche T/C und/oder EBA-Luft wie die Kabinen-Regeleinheit. Die Kaltluft-Klappe ist an beide Kühlanlagen angeschlossen.

Im Flugzeug verteilte Fühler zusammen mit den Temperatur-Wählern am FI-Panel verändern die Klappenstellung in beiden Regeleinheiten. Diese regeln das Mengenverhältnis von Warmluft zu gekühlter oder Kaltluft, die gemischt den Räumen zugeführt wird, um die vorgewählte Raumtemperatur zu erzielen.

4.5.1 Klappensteuerung

Abb. S. 5

Auf der nächsten Seite ist die Kabinen-Regeleinheit schematisch dargestellt. In einem Klappen-Programm ist die Reihenfolge der Klappenverstellung von "Full Heat" nach "Maximum Cooling" aufgeführt. Die Klappen 2 und 4 kommen doppelt vor, da jeder der beiden Kühlanlagen eine Cold Air- und ACM Bypass-Klappe zugeordnet ist.

Im Klappen-Programm sind unterschiedliche Klappen-Stellungen in den jeweiligen Anfangs- bzw. Endlagen gezeichnet, im Betrieb läuft die Anlage stufenlos ab. Die Reihenfolge von "Warm" nach "Kalt" ist:

Die Klappe 1 sperrt im geschlossenen Zustand nur ca. 80% des Rohrquerschnittes ab; ist diese Klappe ganz geöffnet, beginnen die Klappen 2 zu öffnen; sind die Klappen 2 offen, beginnt die Klappe 3 zu schließen; ist die Klappe geschlossen, beginnen die Klappen 4 zu schließen.

Es sind also 4 Laufzeiten zu verfolgen, die durch eine zentrale kurvengesteuerte Transmission insgesamt etwa 3 Minuten im ununterbrochenen Lauf benötigen. Jede der 4 Laufzeiten mit der Verstellung nur einer Klappe, bzw. eines gleichen Klappenpaares, beträgt ca. 45 Sekunden.

4.5.2 Ablauf der Klappen- und Temperatursteuerung

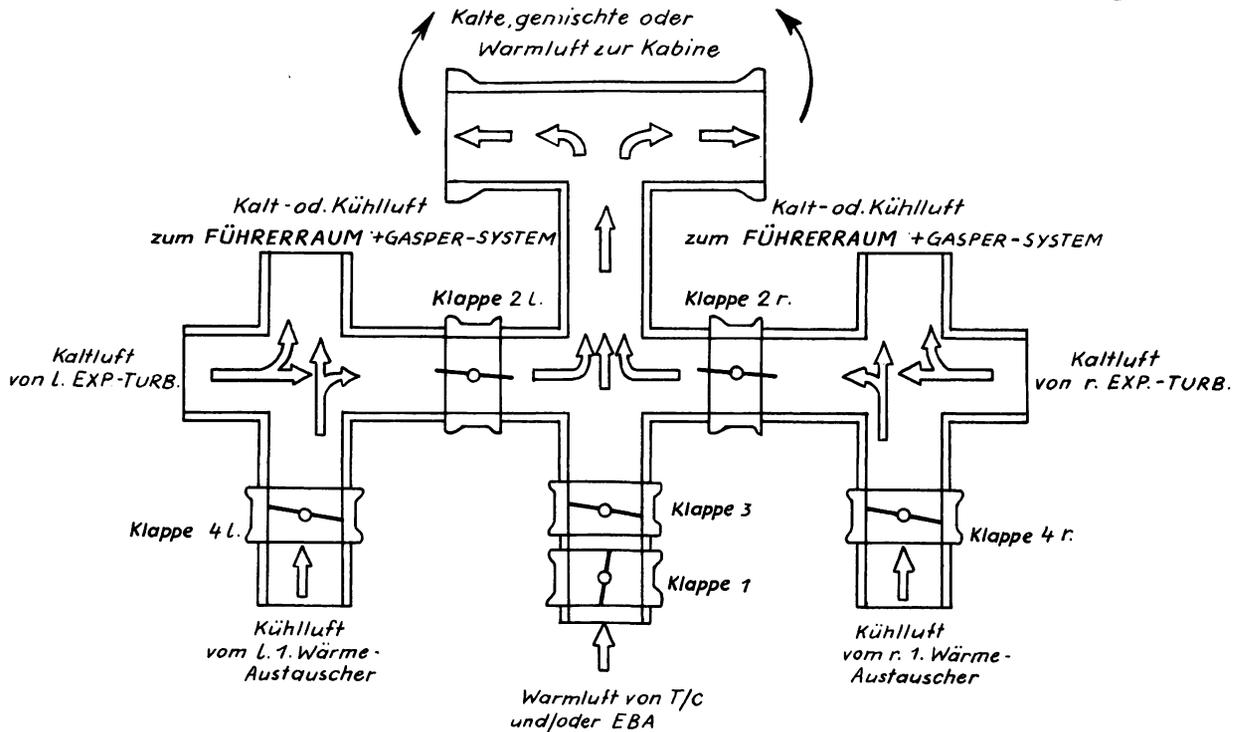
Abb. S. 31 bis 35

Der Ablauf ist auf fünf Bildseiten dargestellt, die den fünf Stufen im Klappenprogramm der Vorseite entsprechen. Die Bildseiten stellen die Anlage der 707A dar und sind für den Bodenzustand gezeichnet. Auf einer weiteren Bildseite (Abb. S. 36), die für den Kalt-Endzustand im Flug gezeichnet ist, sollen im wesentlichen die Veränderungen in der Anlage bei den 707B und C Flugzeugen gezeigt werden.

Die folgende Abhandlung ist eine Kurzfassung des Ablaufes zusammen mit den fünf Abbildungen. Bei Bedarf wird im Unterricht ausführlicher auf die Einzelheiten eingegangen.

1. In der "Voll-Warm-Stellung" (Full Heat) der Regeleinheit wird die warme Druckluft von den Turboverdichtern (und/oder Engine Bleed Air = EBA-Luft) gedrosselt durch das "BACK-PRESSURE VALVE" zur Versor-

Die dargestellte Klappen-Position ist "Maximum Cooling"



KLAPPEN - PROGRAMM

Klappen-Nr.	Back Pressure	Cold Air	Hot Air	ACM By-pass		
	1	2	3	4		
	teilw. 	geschl. 	offen 	offen 	Full Heat	siehe auch: Teil II, Abbildungen, Seite 31
	geschl. 					
	offen 	geschl. 	offen 	offen 	1/2 Heat	- 32
	offen 	offen 	offen 	offen 	1/3 Cool	- 33
	offen 	offen 	geschl. 	offen 	2/3 Cool	- 34
	offen 	offen 	geschl. 	geschl. 	Maximum Cooling	- 35

Bei ununterbrochenem elektromotorischen Ablauf von "Full Heat" nach "Max.Cooling" werden etwa 3 Minuten benötigt.

Nur 707A: Bei Betrieb von Hand mit der Handkurbel sind 32 Umdrehungen erforderlich.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 19

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

gung der Hauptkabine gehen. Vor dem "BACK-PRESSURE VALVE" erfolgt eine Entnahme zum "HOT AIR VALVE" des Führerraumes (Control Cabin) und über die Pack Valves durch die ersten Kühler zu der Rohrleitung für Frischluftdüsen (Gasper System).

Am Boden würde noch ein Luftverbrauch für die "TURBOFAN" hinzukommen. In diesem Zustand sind die Abbildungen gezeichnet.

Eine Mischung der Warmluft, die durch das "BACK-PRESSURE-" und das "HOT AIR VALVE" in Richtung Fluggastkabine geleitet wird, mit gekühlter Luft findet in dieser Klappenstellung nicht statt. Auch bei niedrigen Außentemperaturen wird eine automatische Einstellung der Klappen auf "FULL HEAT" für längere Zeit nicht zu erwarten sein, es sei denn, daß zu wenig Wärmequellen eingeschaltet wurden (siehe Punkt 1 auf Seite 1).

2. Durch das Öffnen des "BACK-PRESSURE VALVE" entsteht eine Verringerung des Gegendruckes mit einem sich daraus ergebenden Temperaturfall der warmen T/C-Luft. Gekühlte Luft wird noch nicht zugesetzt.
3. Erst durch das Öffnen der "COLD AIR VALVES" wird die dritte Stufe erreicht. In dem senkrechten Sammelrohr der Verteiler-Zentrale wird Luft, die im ersten Wärmeaustauscher gekühlt wurde, der warmen T/C-Luft zugemischt. Das hat einen weiteren Temperaturfall zur Folge.
4. In der vierten Stufe schließt das "HOT AIR VALVE". Während des Schließens wird zunehmend warme T/C-Luft gedrosselt. Alle Luft zum Sammelrohr ist nach dem Schließen des "HOT AIR VALVE" im ersten Wärmeaustauscher gekühlt.
5. Die niedrigste Lufttemperatur wird in der fünften Stufe durch Schließen der "ACM-BYPASS VALVES" erzielt. Die T/C-Luft wird gezwungen, nach Durchlauf des ersten Kühlers die "AIR CYCLE MACHINE" (ACM) und den zweiten Kühler zu passieren.

Auch diese Endstellung der Regeleinheit dürfte in der Praxis bei eingeschalteter Klimaanlage, nur bei sehr warmer Außenluft in Bodennähe und bei warmer Luft im Flugzeugrumpf kurzfristig zu erwarten sein.

Durch die Kombination einer Turbine mit dem Kompressor der ACM auf einer Achse wird das Aggregat beim Beschicken von Luft mit hohem Druck und hoher Temperatur eine Drehzahl annehmen, die durch die maximale Höhe der vorgenannten Energiearten und durch die Belastung mit dem Kompressor einschließlich einiger anderer Verluste maximal rund 45000 RPM annimmt. Von Einfluß ist auch die Druckdifferenz der Druckkabine. Ist diese Differenz groß, dann ist die Expansion in der Turbine und damit Drehzahl und Abkühlung geringer.

In den Abbildungen sind auch Veränderungen in den Stellungen des "HOT AIR" und "COLD AIR VALVES" der Führerraum-Regereinheit (Control Cabin Temperature Control Valve) eingezeichnet. Eine Verstellung der beiden Klappen ist nur vom Anfang der zweiten bis zum Ende der vierten Stufe der Hauptkabinen-Regereinheit zu erwarten. Der Temperaturanstieg durch Schließen des "BACK PRESSURE VALVE" in der ersten Stufe kommt auch dem Führerraum zugute. Der starke Temperaturfall durch Schließen der "ACM BYPASS VALVES" in der fünften Stufe erfordert auch keine weitere Verstellung der Führerraum-Regereinheit, um die Kaltluft zu nutzen.

Der Ablauf der Klappen- und Temperatursteuerung von "MAXIMUM COOLING" bis "FULL HEAT" läuft sinngemäß in umgekehrter Reihenfolge ab.

Eine Veränderung der Klappenstellungen in der Regereinheit am Boden und im Fluge ist auf verschiedenen Wegen möglich:

- a) der Temperatur-Wähler am FI-Panel wird auf eine andere Temperatur eingestellt (wärmer oder kälter).
- b) die Außenluft-Temperatur nimmt ab (im Steigflug) oder zu (im Sinkflug).
- c) Ab- oder Zuschaltung von T/C oder EBA.
- d) Veränderung der Triebwerksdrehzahl; eine Einwirkung erfolgt meistens nur, wenn EBA der Luftlieferer ist.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 21

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

707B und C4.5.3 Ablauf der Klappen- und Temperatursteuerung

Abb. S. 36

Der Ablauf der Klappensteuerung ist mit den Abbildungen S. 31 bis 35 der 707A identisch. Für die 707B und C ist für den Ablauf von "HEAT" nach "COOL" nur ein Blatt gezeichnet. Die gewählte Darstellung zeigt eine der beiden Kühlanlagen im Fluge mit der Stellung beider Regeleinheiten in "MAXIMUM COOLING". Im Fluge sind bekanntlich das Turbofan Shutoff Valve und das Turbofan Exit Valve geschlossen. Der SEC. H.E. Shutoff Damper ist geöffnet, da 31% vor der Maximum Cool-Stellung der Damper bereits auffährt. Die Ram Air Inlet und Exit sind in voller Öffnungsstellung. Im Abschnitt 4.4.3 war die Betätigung dieser beiden Klappen bereits beschrieben.

Im Luftauslaß des Kompressors der ACM befindet sich nur ein Bimetallschalter (170°C).

Bei entsprechender Lage des Drehschalters (Valve Selector) am FI-Panel können die Stellungen der Kühlluftklappen auf einem Instrument zwischen OPEN und CLOSED überwacht werden. Die letzte Wahlstellung "TEMP CONTROL" gestattet eine Stellungsüberwachung der beiden Regeleinheiten CREW und MAIN zwischen Full Heat und Maximum Cooling. In der obersten Zeigerstellung befindet sich jede Regeleinheit in Full Heat. Die Justierung der Anzeige wird im letzten Abschnitt behandelt.

nur 707C

Außerhalb des rechten WING VALVE zweigt ein Rohr zum Sammelrohr der Control Cabin ab. Das in dem Rohr befindliche "AUXILIARY CREW HEAT VALVE" wird insbesondere dann geöffnet, wenn die gesamte Klimaanlage durch Schließen der Wing Valves abgeschaltet wird. Die mit einem 115 V AC-Motor besetzte Klappe wird durch den "CREW AUX HEAT VALVE" bezeichneten Schalter am FI-Panel betätigt. Zwischen "OPEN" und "CLOSE" läßt sich jede Zwischenstellung fahren, um die Menge Warmluft zum Führerraum zu steuern, die ausreichende Raumtemperatur erzielt. Die Klappenstellung kann nicht vom Führerraum aus überwacht werden.

4.6 Automatische und manuelle elektrische Steuerung

Abb. S. 37 und FI-Panel-Abbildungen

Die elektrische Temperatur-Steuerung der Hauptkabine (Main Cabin) kann auf zwei Arten erfolgen. Normalerweise automatisch durch temperaturveränderliche Widerstände und ein von Hand verstellbares Potentiometer über Brückenschaltung.

Zur Schnellschaltung und zur Bedienung nach Ausfall der Automatik besteht die Möglichkeit, den Motor an der Transmission, die die Zentralsteuerung der Klappen betätigt, von der unteren Stellung des Drehknopfes zu steuern. Das bedeutet, daß der Temperaturablauf wie in Abschnitt 4.5.2 geschildert auch für diese Manual-Bedienung möglich ist.

Da auch die Temperatur-Steuerung des Führerraumes (Control Cabin) mittels eines gleichen Drehknopfes so gestaltet ist, ergeben sich für die "CONTROL CABIN" auch die Möglichkeiten einer automatischen und manuellen Steuerung. Der beeinflusste Motor sitzt an dem Cold Air Valve, betätigt aber auch das Hot Air Valve.

Der Durchsprache des Schaltplanes soll noch die Schaltweise der Temperaturwähler (Temp. Selector) für die Hauptkabine und den Führerraum vorangestellt werden.

Im Schaltbild sind der "RH A/C UNIT SWITCH" und der "LH A/C UNIT SWITCH" (Pack Valve Switch) in "OFF" gezeichnet. Jeder für sich in "ON" geschaltet versorgt den "CONTROL CABIN"- und den "MAIN CABIN SELECTOR" mit 115 V AC. In der Automatic-Stellung (zwischen 18 und 30°C) versorgt jeder Selector (Vorwahlgerät) seinen Regulator (elektrisch/elektronisches Schaltgerät) mit 115 V AC. Jeder Regulator steuert seinen E-Motor an dem "TEMP.CONTROL VALVE" (Regeleinheit) in Rechts- bzw. Linksdrehung zur Verstellung der Klappen.

In der Manualstellung der "TEMP. SELECTOR" (Drehknopf nach unten) ist der entsprechende "TEMP. REGULATOR" vom "SELECTOR" getrennt. Durch Verdrehen des Selector-Knopfes bis zum leichten Anschlag im Uhrzeigersinn (Cooler) oder im Gegensinn (Warmer) wird direkt unter Umgehung des Regulator eine Drehbeeinflussung des jeweiligen E-Motors rechts- oder linksdrehend vorgenommen. Beide Stellungen müssen gehalten werden, da sie federbelastet sind. Nach Loslassen geht der Drehknopf in die Stellung "OFF" (senkrecht nach unten) zurück.

Wird aus dieser Stellung rechts- oder linksdrehend über den Anschlag verdreht, befindet man sich wieder im Automatikbereich mit Stromversorgung der "TEMP. REGULATOR".

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 23

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

nur 707A**4.6.1 Schaltbild**

Abb. S. 37

In der vorgenannten "OFF"-Stellung des Main Cabin Selectors ist der Schaltplan gezeichnet. Wie allgemein üblich, erfolgte auch hier die Darstellung in "ELECTRICAL POWER OFF". Es liegt also keine Spannung an den Circuit Breaker (C/B) oder diese sind nicht geschlossen (Trip Position).

Der "RH" und "LH A/C UNIT-SWITCH" sind in "OFF", das "MAIN" und "CONTROL CABIN TEMP. CONTROL VALVE" stehen in "FULL COOL", das Flugzeug steht am Boden, der Schalter am linken Hauptfahrwerk (LH Safety Switch) ist geschlossen.

Wird Strom eingeschaltet und werden die C/B geschlossen, ist der Schaltplan umzuzeichnen:

Das Air/Grd-Relay R 33 zieht, darauf schließt der Ram Air Damper und das Turbo Fan Valve fährt auf. Die durch den Fahrwerksschalter eingeleitete Boden/Flug-Stellung der beiden Klappen war im Abschnitt 4.4.1 Stauluft-Regelung bereits beschrieben.

Der "MAIN CABIN SELECTOR" und der "CONTROL CABIN SELECTOR" (letzterer im Schaltplan nicht gezeigt) stehen in Manual "OFF"-Position und werden außerdem nicht mit 115 V AC versorgt.

Werden die "A/C UNIT SWITCHES" (Pack Valve Switches) gemeinsam auf "ON" geschaltet, fahren die Pack-Valves auf. Auch hier ist nur das linke Pack-Valve gezeichnet.

Der "MAIN CABIN SELECTOR" bekommt an seine drei Schalter 115 V AC geliefert. Stünde der Selector in "AUTOMATIC", wäre der untere Schalter geschlossen und über Stecker E würde eine Versorgung des "MAIN CABIN TEMP. REGULATOR" in Stift L erfolgen. Es ist gleichgültig, ob einer oder beide "A/C UNIT SWITCHES" auf "ON" geschaltet wurden. Auch hier muß erwähnt werden, daß der gleiche Vorgang auch für den "CONTROL CABIN SELECTOR" und "TEMP. REGULATOR" gilt.

Wird im anderen Falle der Selector in MANUAL-Stellung gebracht und nach links oder rechts verdreht, schließen sinngemäß der obere oder mittlere Schalter im Selector. Das "TEMP. CONTROL VALVE" wird direkt in "COOL" bzw. "HEAT" gefahren.

4.6.2 Temperatur-Regler Temperature Regulator

Abb. S. 39 und 40

Die Durchsprache dieser Regelung erfolgt nur in Speziallehrgängen.

alle 707

 4.6.3 Regulator und Sensor

Abb. S. 41 bis 44

Für die automatische Regelung der Temperatur im Führerraum und im Fluggastraum bedarf es nur einer Temperatur-Vorwahl am betreffenden "SELECTOR" für "CREW" oder "MAIN" am FI-Panel. Beide Regulator übernehmen mit einer Anzahl "SENSOR" die zugehörige Klappeneinstellung in den Regeleinheiten (Crew und Main Cabin Temp. Control Valve), die sich in der Verteiler-Zentrale befinden.

Die Einbaulage der Regulatoren und Sensor ist bei den einzelnen Baumustern der 707 recht unterschiedlich.

 4.6.4 Grenzbereiche der Klima-Anlage nur 707A

Abb. S. 37

Wird die Klima-Anlage durch den Selector für Main-Cabin schnell in Richtung "WARM" gefahren oder wird mit der Handkurbel zu weit in Richtung warm verstellt, kann eine zu hohe Temperatur im Kanal auftreten. Sowohl die Anlage für die Main-Cabin als auch für die Control-Cabin besitzen im Kanal einen auf 90°C eingestellten Bimetallschalter. Für die Main-Cabin befindet sich der Schalter in der Verteiler-Zentrale rechts im Sammelrohr. Der Schalter der Control-Cabin sitzt im Zuführrohr zur Control-Cabin rechts im Geräteraum (Lower 41 Section).

So hohe Kanaltemperaturen können in Automatic nur erreicht werden, wenn das neben jedem der beiden (90°C) Schalter eingebaute "SENSING ELEMENT" versagt hat, da es bei ca. 70°C bereits eine Temperaturbegrenzung steuern sollte. Bei Erreichen von 90°C im Kanal schließt der Bimetallschalter und setzt ein "DUCT OVERHEAT RELAY" ein. Dadurch fährt die betroffene Main- oder Control-Cabin-Regeleinheit in "FULL COOL". Außerdem wird eine Lampe "DUCT OVERHEAT" für Crew- oder Main-Cabin am FI-Panel aufleuchten. Erst

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 25

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

nach Fall der Temperatur im Kanal unter den Ansprechpunkt des Bimetallschalters kann durch Drücken eines "RESET SWITCHES" (Löschschalter) am FI-Panel der Anfangszustand hergestellt werden. Die Lampe "DUCT OVERHEAT" erlischt.

War der Grenzbereich beim Fahren in Automatic erreicht, muß das 70°C "SENSING ELEMENT" gewechselt werden.

Wird die Klima-Anlage durch den Selector oder die Handkurbel für Main-Cabin in Richtung "COLD" gefahren, können die Temperaturen in den Kanälen der ACM zu hoch werden. Das tritt ein, wenn einer oder beide Kühler verstopft sind oder der Turbofan am Boden nicht läuft.

Im Auslaßkanal des Kompressors und im Einlaßkanal zur Turbine der ACM befinden sich Bimetall-Schalter. Spricht im Fluge der 170°C-Schalter im Kompressor-Auslaß an, fährt das betreffende Turbofan Valve auf und der dadurch angetriebene Turbofan erhöht den Kühlluft-Durchsatz beider Kühler.

Spricht der 132°C-Schalter im Turbinen-Einlaß an, fährt das entsprechende Pack Valve zu.

Mit den Grenztemperaturen 170°C und 132°C soll eine zu hohe Drehzahl der ACM verhindert werden. Auch hier wird bei den Grenztemperaturen je eine Lampe am FI-Panel aufleuchten. Bei 170°C kommt die Lampe "OVERHEAT", bei 132°C kommt die Lampe "OFF". Nach Fall der Ansprechtemperatur der Bimetallschalter und Drücken des Löschschalters erlischt die betreffende Lampe.

Mit leuchtender 170°C-Warnlampe darf die Anlage bis zu 10 Minuten betrieben werden.

4.6.5 Schaltbild

nur 707B und C

Abb. S. 38

Nur zu einem Teil kann die Beschreibung der 707A im Abschnitt 4.6.1 auf die Anlage in der 707B und C übertragen werden. Eine Beeinflussung auf die Kühlluftklappen bei Übertemperatur ist nicht vorgesehen. Wird im Auslaßkanal des Kompressors einer ACM der

Ansprechpunkt des Bimetall-Schalters bei 170°C erreicht, leuchtet nur die "OVERHEAT"-Lampe auf. Fällt die Temperatur wieder unter 170°C, so öffnet der Bimetallschalter und die "OVERHEAT"-Lampe erlischt. Bei 132°C im Turbineneinlaßkanal einer ACM fährt, wie bei der 707A, das betreffende Pack Valve zu und die "OFF"-Lampe kommt. Nach Fall der Temperatur muß der Reset-Knopf gedrückt werden, damit das Pack Valve wieder auffährt und die Lampe erlischt.

Die mit der Flagge A bezeichneten Schalter sitzen am Seilrand des Handantriebes und werden vom "MAIN CABIN TEMP CONTROL VALVE" 31% vor der Voll-Kaltstellung geschaltet. Damit fährt die Klappe im Kühlluftkanal des zweiten Kühlers sinngemäß auf bzw. zu. Im Abschnitt 4.4.2 Stauluft-Regelung unter Punkt 4) ist dieser "SECONDARY HEAT EXCHANGER DAMPER" bereits angesprochen worden.

Der Schalter im Kasten für den Handantrieb der Kabinen-Regeleinheit (M/C TEMP CONT.V.PWR INTERUP SW.) trennt in Stellung "OFF" den E-Motor der Regeleinheit vom Selector und vom Regulator. Die Klappen in der Regeleinheit lassen sich dann nur durch den Handantrieb verstellen, beschrieben im Abschnitt 4.2.4.

4.6.6 Temperatur-Überwachung

nur 707A

Abb. S. 41 und 46

und 1. und 2.707B

Durch einen Zweilagenschalter am FI-Panel mit den Stellungen "DUCT" und "CABIN" läßt sich die Lufttemperatur aus zwei Bereichen auf ein Instrument neben dem Wahlschalter übertragen. Ein Geber (Duct Temp. Bulb) befindet sich im waagerechten großen Verteilerrohr in der Verteilerzentrale und meldet die Luftverlauf-Temperatur. Auf der linken Seite in dem Abluftgitter der Hauptkabine sitzt ein Geber (MAIN CABIN TEMP. BULB), der die Kabinentemperatur überträgt.

Abb. S. 41 und 43

nur 707B

ab 3. Flugzeug

Ab 3. 707B sitzt der Geber (MAIN CABIN TEMP.BULB) in einem Kasten in der rechten Hutablage.

Abb. S. 44 bis 46

nur 1. bis 3. 707C

In den ersten beiden 707C befindet sich der Temp. Bulb (Geber) in dem linken Abluftgitter der Haupt -

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 27
Datum 2.69
Bearbeiterhsi
Korrektur-Nr. 1

kabine auf STA 1090. In der 3. 707C sitzt der Temp. Bulb zusammen mit dem Temp. Sensor in einem Kasten am Längsprofil an der Rumpfhaut auf STA 1145. Der Luft-eintritt in Passagierversion ist an der Vorderkante der Hutablage. In Frachtversion (Cargo) liegt der Lufteintritt in der Deckenmitte.

nur ab 4. 707C und
707C - BWB

Ab 4. 707C und in allen 707C-BWB sind außer dem Temp. Bulb auf STA 1145 noch zwei weitere Temp. Bulb im rechten vorderen Bereich der Hauptkabine vorhanden. Wie bei dem linken hinteren Temp. Bulb sind auch hier zwei Luftversorgungen vorgesehen. Beim Wechsel von Passagier- in Frachtversion und umgekehrt, muß der Luftversorgungsschlauch umgesteckt werden. Die Abbildungen zeigen die "FLEXIBLE AIR DUCT" sowie die Luftabführungen mit den Drosseldüsen (VENTURI). Um von allen 4 Stellen (Duct und Cabin) die jeweils herrschende Temperatur auf dem Instrument wahlweise ablesen zu können, ist ein Drehschalter (Air Temp. Selector) am FI-Panel vorgesehen.

4.7 Zusatz-Heizungen

Die Beheizung der Räume erfolgt normalerweise durch T/C- und/oder EBA-Luft. Für einige Gebiete sind zusätzliche elektrische Heizmöglichkeiten vorgesehen. Die wahlweise zusätzliche Beheizung des vorderen Frachtraumes wurde bereits unter 21-3.6 behandelt.

Die von Boeing in die 707B-Flugzeuge eingebaute Fußbodenheizung im Bereich des Tragflächen-Mittelstückes (Floor Heating Blankets) ist von DLH nach Neuerungsanweisung 74/31/21-04-00 (Nr. 022127) ausgebaut bzw. stillgelegt worden.

Alle 707C einschl. 707C-BWB haben in der Kabinen-Frachtraumtür elektrisch beheizbare Wärmeplatten (Main Cargo Door Heating Blankets). Die Ein- und Ausschaltung erfolgt durch einen Schalter am oberen FI-Aux.-Panel mit der Bezeichnung "PASS CABIN HEATING BLANKET". Ab 4. 707C und in den 707C-BWB werden zugleich mit der Cargo Door auch Wärmeplatten an den sechs Notausstiegen ein- bzw. ausgeschaltet. Der am FI-Aux.-Panel befindliche Schalter hat die Bezeichnung "MAIN CABIN HEATING PANELS". Die ausführliche Beschreibung dieser Wandbeheizungen erfolgt im IS-Schulungsheft "ZELLE".

Zwei weitere zusätzliche Heizmöglichkeiten werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 28

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

ab 4. 707C und 707C-BWB4.7.1 Führerraum-ZusatzheizungControl-Cabin-Heaters

Abb. S. 47

Die Vorlaufluft für den vorderen Bereich des Führerraumes läßt sich zusätzlich beheizen. In die Luftauslässe zum Fußraum beider Flugzeugführer ist je ein 500 Watt Elektroheizer eingebaut. In den neu eingebauten Abzweigungen, die links und rechts an der Unterseite der Seitenfenster münden, befindet sich je ein 300 Watt Elektroheizer.

Die Dreistellungsschalter sitzen links und rechts an der Seitenwand in Griffnähe der Piloten. Die mit "Shoulder" und "Foot" bezeichneten Schalter ergeben in Stellung "High" eine höhere Ausströmtemperatur als in Stellung "Low". In Stellung "Low" wird der Heizer mit 115 V AC gegen Masse versorgt. In Stellung "High" liegt der Heizer zwischen zwei Phasen.

Durch die Wirkung des Fahrwerksschalters sind die Heizer nur im Fluge einschaltbar.

ab 4. 707C und 707C-BWB4.7.2 Zonen-ZusatzheizungZone Temperature Control

Abb. S. 48 bis 51

Das Luftverteilungssystem versorgt die Hauptkabine mit klimatisierter Luft. Durch die Vorwahl einer gewünschten Raumtemperatur hat die Regeleinheit in der Verteilerzentrale mit ihren sechs Klappen eine Stellung eingenommen, die eine bestimmte Vorlauftemperatur zur gesamten Hauptkabine steuert. Der Fühler (Sensor) in der Luftabführung auf STA 1145 gewährleistet die richtige Vorlauftemperatur. Das Hauptverteilerrohr in der Verteilerzentrale versorgt durch seine weiterführenden Kanäle in allen 707 drei Kabinenzonen getrennt voneinander mit nicht unterschiedlich temperierter Vorlaufluft. Die Zonen liegen etwa von STA 360 bis 620, von STA 620 bis 960, von STA 960 bis 1440. Durch die oft starke Besetzung in der Economy-Klasse wird diese, bei gleichmäßiger Verteilung der klimatisierten Luft in der gesamten Kabine, zur wärmsten Zone. Demgegenüber sind durch die geringere Besetzung in der ersten Klasse und im Bereich des Tragflächenmittelstückes und Hauptfahrwerkraumes in der Mittelzone, also im vorderen und mittleren

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 29
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr. 1

Kabinenbereich, besonders bei Langstreckenflügen kühlere Raum-Temperaturen anzutreffen. Ähnliches gilt auch für die Gemischtversion in der Hauptkabine (Fracht und Fluggäste).

Zur Überwachung der Temperatur in den einzelnen Zonen kann die Ablufttemperatur wahlweise auf einem Instrument am FI-Panel abgelesen werden, wie im Abschnitt 4.6.6 beschrieben.

Das Zone Temperature Control System soll die Möglichkeit geben, zusätzlich Warmluft zu den drei Zonen zu steuern. In der Verteilerzentrale ist das T/C-EBA-Warmluftrohr (Pneumatic Duct) an drei Stellen angezapft. Dort angesetzte Zwischenrohre führen Warmluft zu den weiterführenden Kanälen der drei Zonen, wenn die an den Anzapfstellen eingebauten Valves geöffnet sind. Durch die gesteuerte Öffnungsstellung dieser Valves kann mit Warmluft aus dem Pneumatic Duct die klimatisierte Luft für jede Zone mehr oder weniger stark aufgeheizt werden.

Die drei Zone Temperature Control Valves werden von je einem 115 V AC-Motor angetrieben. Am FI-Panel sind allerdings nur zwei Kippschalter mit den Bezeichnungen "FWD" und "MID" vorgesehen. Aus der Mittelstellung läßt sich jeder Schalter nach links in "COOLER" und nach rechts in "WARMER" drücken. Die angetriebenen Valves lassen sich mittels der beiden Schalter in jede Zwischenstellung zwischen CLOSE = COOLER und OPEN = WARMER bringen.

Die über den Schaltern angebrachten Anzeigeeinstrumente werden je nach Betätigungsrichtung des jeweiligen Schalters (WARMER oder COOLER) die Öffnungsstellung des zugeordneten FWD- oder MID-Valve anzeigen.

Die senkrechte Mittelstellung des Zeigers entspricht normal dem geschlossenen Zustand der beiden Valves, nach rechts ausgeschlagen bis zum Teilstrich wird die volle Öffnung der beiden Valves angezeigt.

Wird einer der beiden Schalter weiterhin in Richtung COOLER gehalten, nachdem das zugehörige Valve geschlossen hat, fährt das AFT-Zone-Valve halb auf. Jetzt sind beide Anzeigeeinstrumente keine direkten Valve-Stellungsanzeigen mehr, sondern das betreffende Instrument zeigt die Halboffen-Stellung des AFT-Valve an, gibt aber zugleich Auskunft, daß die dem

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Klimaregelung

Kap. 21-4 Seite 30

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

Schalter zugehörige Zone kälter wird. Wird auch der zweite Schalter über Cooler-CLOSED gehalten, fährt das AFT-Zone-Valve ganz auf, was jetzt an beiden Instrumenten einen vollen Ausschlag nach links zur Folge hat. Beide vorderen Zonen (FWD und MID) werden nun kälter.

Das hat folgende Begründung:

Die durch das teilweise oder volle Öffnen des AFT-Zone-Valve dem hinteren Bereich zugeführte wärmere Luft läßt über den Sensor auf STA 1145 die Regeleinheit in kälter fahren. Damit bleibt im hinteren Bereich die am FI-Panel vorgewählte Temperatur erhalten, in der oder den betreffenden vorderen Zonen sinkt die Temperatur unter den vorgewählten Wert.

Zusammenstellung der Möglichkeiten:

Am Boden ist eine Öffnung der Valves, bedingt durch den Fahrwerksschalter, nicht möglich. Damit ist der pneumatische Triebwerksstart durchführbar und eine Überhitzung der Kanäle ist ausgeschlossen. Bei der Landung werden alle geöffneten Valves in den Schließzustand fahren.

Im Fluge können niemals mehr als zwei der drei Zonen-Valves geöffnet sein, da entweder der FWD oder MID-Schalter in COOLER = CLOSED gehalten werden muß, um nach dem vollzogenen Schließen des FWD- oder MID-Valves das AFT-Valve zu öffnen.

Werden beide Schalter gleichzeitig, aber entgegengesetzt betätigt, fahren alle geöffneten Valves zu.

Fährt die Regeleinheit in die Tiefkühlstufe, d.h. hat das ACM-Bypass-Valve 40°-Drehung in Richtung Close gefahren, schließt das eventuell geöffnete AFT-Zone-Valve.

Wird in einem der drei Vorlaufkanäle eine Temperatur von 90°C erreicht, öffnet der entsprechende dort eingebaute Bimetall-Schalter und veranlaßt ein Schließen des zugehörigen Zonen-Valves. Zugleich leuchtet das Amberlight "OVERHEAT" am FI-Panel bei den beiden Anzeigeinstrumenten auf.

Sinkt daraufhin die Temperatur im Kanal unter ca. 70°C, schließt der Bimetall-Schalter, die Lampe erlischt und das Valve kann danach wieder aufgefahren werden.

4.8 Justierung der Anzeigen**nur 707B und C**

Abb. S. 52 und 53

Im Abschnitt 4.4.2 war bei der Beschreibung der Stauluftklappen von Stellungsgebern (Position Potentiometer) und einem Zweizeiger-Meßwerk die Rede.

Stellungsgeber sind angebaut:

an die Stauluft-Einlaßklappe l.u.r.	Abb. S. 26
an die Stauluft-Auslaßklappe l.u.r.	Abb. S. 27
an die Turbofan-Auslaßklappe l.u.r.	Abb. S. 27
an die Klappe hinter dem 2. Kühler l.u.r.	Abb. S. 19
an die Regeleinheit der Hauptkabine	Abb. S. 6
an die Regeleinheit des Führerraumes	Abb. S. 7

Der Stellungsanzeiger befindet sich am FI-Panel oben rechts. Der Anzeiger gibt die Stellung der Stauluftklappen LH und RH mit dem linken bzw. rechten Zeiger an. Dazu muß der rechts vom Anzeiger sitzende Wahlknopf auf die entsprechende Stellung gedreht werden. Für diese Klappen gilt dann die Bezeichnung "OPEN" und "CLOSED" im Anzeiger. Außerdem kann mit dem Wahlknopf in Stellung "TEMP.CONTROL" die Stellung der Regeleinheit für "CREW"- und "MAIN"-Cabin abgelesen werden. Der Stellungsgeber übermittelt in beiden Fällen in der Endstellung "FULL COLD" eine Anzeige "CLOSED", entsprechend in der Endstellung "FULL HOT" eine Anzeige "OPEN".

Um die Einstellung der Instrumentennadeln zu den Klappenstellungen und Regeleinheit-Stellungen mit ihren Stellungsgebern abzustimmen, ist vorn im Geräteraum (Lower 41) eine "CONTROL UNIT" mit Trimm-Potentiometern eingebaut. Der Einbauort der Control Unit ist in den 707B und 1. bis 3. 707C im J23 Relay Shield, das sich rechts vorne im unteren Bugraum befindet. Ab 4. 707C und 707C-BWB sitzt die Control Unit im J5 Elec.-Equipment Rack.

Zur Justierung der gewählten Anzeige des Instrumentes mit der Klappenstellung wird sowohl das Potentiometer an der Klappe als auch das Trimm-Potentiometer verstellt.

Eine Verschiebung des Anzeigebereiches (versetzte Anzeige) macht eine Lagejustierung des Stellungspotentiometers an der Klappe erforderlich. Ist der Anzeigebereich gesperrt (zu großer Winkelausschlag) oder verengt (zu kleiner Winkelausschlag), wird eine Justierung am Trimm-Potentiometer vorgenommen. Die genaue Arbeitsanweisung liegt im TBH der 707B im Kapitel 21-12 vor.

Die Justierung der Anzeigen des Zonen Temperatur Systems erfolgt nur an den Valve-Potentiometern und am Instrument. Dieses System nutzt nur die Spannungsregulierung der Control Unit für Klappenanzeigen.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Druckregelung

Kap. 21-5 Seite 1

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

5 DruckregelungPressurization

In der vorliegenden Beschreibung wird die Druckregelung der Lufthansa-707 behandelt. Sie unterscheidet sich von der Anlage in den Bundeswehr-707 erheblich. Für diese wird ein separates Schulungsheft von IS erstellt.

Die Aufgabe der Druckregelanlage ist die Bestimmung des Kabinendruckes sowie der zeitlichen Druckänderung in der Kabine vom Start des Flugzeuges bis zur Landung.

Zu den Druckräumen gehören:

der Führer- und Fluggastraum,
 der Geräteraum (Lower 41 Section)
 der vordere Frachtraum mit der Verteilerzentrale,
 der hintere Frachtraum.

In diesen Räumen, meistens zusammenfassend Druckkabine genannt, soll in allen Flughöhen ein geregelter Luftdruck herrschen. Es soll bei Bedarf eine Druckab- und Druckzunahme in erträglichen Grenzen vorgenommen werden können. Der absolute Druck in der Druckkabine soll zwischen den Grenzen des Bodendruckes und einem Druck liegen, wie wir ihn in einer Höhe von max. 3000 m entsprechend etwa 10.000 Fuß vorfinden.

Aus Gründen der Klimatisierung und Lüfterneuerung müssen ständig große Luftmengen durchgesetzt werden, trotzdem müssen Druckwechsel und Druckhöhenbestimmung beherrschbar sein.

In einfachster Form ist eine Regelung des Luftdruckes in einem Flugzeugrumpf wie folgt darzustellen:

- a) Beim Start eines Flugzeuges, das schnell größere Höhen erreicht, soll der Kabinendruck mit einem erträglichen Maß abnehmen. Es muß also mehr Luft aus dem Druckraum abgelassen werden, als ihm durch die Druckquellen zugeführt wird.
- b) Ist ein vorbestimmter Druck in dem Druckraum erreicht, muß die gleiche Luftmenge abgelassen werden, wie ihm durch die Druckquellen zugeführt wird.
- c) Im Sinkflug soll der Kabinendruck mit einem erträglichen Maß zunehmen. Es muß also weniger Luft aus dem Druckraum abgelassen werden, als ihm durch die Druckquellen zugeführt wird.

Daß die Leistung der Druckquellen (Lieferung genügender Menge) ausreichen muß, ist eine Voraussetzung zur Erfüllung der oben genannten Punkte a bis c.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Druckregelung

Kap. 21-5 Seite 2

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

Das Kernstück der Druckregelung ist die Öffnungssteuerung der Abluftregler (Outflow-Valves). Mit der richtigen Öffnungssteuerung werden sowohl der absolute Kabinendruck als auch die Druckwechsellgeschwindigkeit bestimmt.

Beide Forderungen werden mit einem Regelgerät den vorliegenden Flugbedingungen entsprechend vorgewählt. Das Regelgerät, genannt automatischer Druckregler (Automatic Controller) oder Kabinendruckregler, hat seinen Platz am FI-Panel. Nach Einschaltung der Druckquellen (T/C und/oder EBA) nimmt der eingestellte Druckregler die Öffnungssteuerung der Abluftregler pneumatisch vor. Die Öffnungsstellung der Abluftregler wird von dem jeweils herrschenden Differenzdruck zwischen Kabinendruck und geregelter Steuerdruck bestimmt, letzterer vermittelt vom Druckregler.

Ein Handregler kann bei Ausfall des automatischen Druckreglers die Öffnungssteuerung der Abluftregler durch Übernahme des geregelten Steuerdruckes vornehmen. Eine Vorwahl des Kabinendruckes und der Druckwechsellgeschwindigkeit ist dann aber nicht möglich. Die Betätigung des Handreglers setzt eine laufende Überwachung von zwei Instrumenten voraus, die bei der Steuerung mit dem automatischen Druckregler nur als Kontrolle abgelesen werden.

Ein Instrument zeigt die jeweilige Kabinenhöhe wie auch den Differenzdruck und die Flugzeughöhe an, wogegen das zweite Instrument die Druckwechsellgeschwindigkeit in Höhenzu- oder -abnahme abzulesen gestattet (Variometer).

Nicht nur die Abluftregler (Outflow Valves) führen Luft aus dem Druckraum ab. Am Boden und nach dem Abheben des Flugzeuges bis zu einer bestimmten Druckdifferenz zwischen Kabine und Außenluft wird durch die Gerätekühlung viel Luft abgesaugt. Bei höheren Differenzdrücken schaltet ein Gebläse ab und die Luft wird wegen des ausreichenden Kabinenüberdruckes durch eine Drossel nach draußen gelangen. Damit wird alle Luft, die den Führerraum und Geräteraum (Lower 41-Section) erreicht hat, auf einem der vorbeschriebenen Wege abgeführt und nicht durch die Abluftregler.

Die Entlüftung der vorderen und hinteren Anrichte und der Toiletten geht auch direkt nach draußen. Außerdem sind viele kleine konstruktive Auslässe (z.B. Wasserabscheider-Ablas) vorhanden.

Sollten keine ausreichenden Druckquellen (T/C und/oder EBA) eingeschaltet sein, könnten die vorgewählte Kabinenhöhe und die Druckfallgeschwindigkeit überschritten werden. Zur Vermeidung dieses unregelmäßigen Zustandes muß also die Zufuhr von Luft ausreichen, damit die Abluftregler die vorgewählten Werte durch gesteuerte Abluftregelung einhalten können.

Der Forderung nach Sicherheit dienen einige Einrichtungen. Es muß gewährleistet sein:

- a) daß ein normaler maximaler Überdruck begrenzt wird (8,6 psig),
- b) daß ein Höchstdruck bei Ausfall der normalen Überdrucksteuerung nicht überschritten wird (9,42 psig),
- c) daß der Unterdruck in der Druckkabine gegenüber dem Außendruck den zulässigen Wert (0,36 psig) nicht überschreitet,
- d) daß eine Anlage den Bedienenden rechtzeitig über einen zu geringen Druck in der Kabine warnt (Druck entsprechend 10000 Fuß Höhe),
- e) daß bei weiterem Fall des Druckes (siehe d) der Luftaustritt aus den Abluftreglern automatisch geschlossen wird, um möglichst den Druckfall aufzuhalten.
- f) daß die wichtigsten Meßwerte ständig überwacht werden können (Hierzu siehe umseitigen Absatz betr. Handregler).

nur 707C

Bei der Ausführung der 707 als Fracht/Passagier-Flugzeug (Cargo-Passenger-Version = 707C) sind einige Änderungen im Druckregelsystem vorgenommen worden.

Der vordere und der hintere Abluftregler sind durch je einen elektrisch übersteuerbaren ersetzt worden. Damit sollen diese beiden Regler bei Ausfall der pneumatischen Steuerung je nach Bedarf durch einen Elektro-Antrieb geöffnet bzw. geschlossen oder in Zwischenstellung gebracht werden können.

Der mittlere Abluftregler ist an das Druckregelsystem nicht mehr angeschlossen und dient nur noch als Sicherheitsregler.

Zusätzliche Schalter für die elektrische Fahrweise der beiden Abluftregler befinden sich am FI-Panel. Je eine Amberlampe meldet das erfolgte Schließen der Abluftregler auch bei pneumatischer Steuerung. Weitere Veränderungen werden bei der Einzeldurchsprache der Bauteile aufgeführt.

5.1 Die Anlage

Abb. S. 1 und 8

Zur gesamten Druckregelanlage gehören unten aufgeführte Einheiten. Die Aufgaben und Möglichkeiten werden jeweils aufgezählt.

1 Kabinendruckregler (Automatic Cabin Pressure Controller, auch kurz "Automatic Controller" genannt)

- a) Vorwahl von - 1000 bis + 10000 Fuß Kabinenhöhe,
- b) Vorwahl von 50 bis 2000 Fuß/min Druckwechsel,
- c) Differenzdruckbegrenzung bei 8,6 psi,
- d) barometrische Korrektur der Kabinenhöhe von 28-31inch Hg

1 Kabinendruck-Handregler (Cabin Pressure Manual Controller, auch kurz "Manual Controller" genannt).

Gerät zum Ersatz des "Automatic Controller" mit der Möglichkeit der Übersteuerung des "Automatic Controller".

- a) Differenzdruck von 0,17 bis 9,42 psi
- b) Druckwechsel von 0 bis 10000 Fuß/min

Zur Einstellung obengenannter Werte müssen zwei Instrumente beobachtet werden.

- c) eine Möglichkeit, den Überdruck des Druckraumes jederzeit auf Null abzubauen.

3 Abluft-Sicherheitsregler (Outflow-Safety-Valves)

- a) pneumatisch ferngesteuerte Abluftregler,
- b) Differenzdruckbegrenzung bei 9,42 psi,
- c) Begrenzung des negativen Differenzdruckes auf 0,36 psi,
- d) Kabinenhöhenbegrenzung bei 13000 Fuß Kabinenhöhe.

nur 707C

2 Abluft-Sicherheitsregler

- a) sowohl pneumatisch als auch elektrisch fern - gesteuerte Abluftregler
- b) bis d) wie oben

1 Sicherheitsregler; ab 4. 707C auch el. übersteuerbar.

- b) bis d) wie oben

nur 707A

2 Testvalves, davon je 1 Stück

zum Absperrern der isobarischen Regelung des Automatic Controller, der dann nur noch die Funktion wie unter c) hat. (Diff.- Druckbegrenzung bei 8,6 psi),

zum Absperrern der 8,6 Diff.-Begrenzung, selbständig oder zusätzlich zum Absperrern der isobarischen Regelung.

4 Unterdruckerzeuger (Jet Pumps) (707C nur 3 Stück)

je 1 Stück für den Automatic Controller und die Abluftregler (Outflow Valves), zur Erzeugung von Unterdruck, um bei kleinen Differenzdrücken die Regelung zu verbessern.

1 Flugzeughöhen - Kabinenhöhen - Differenzdruck - Anzeiginstrument am FI-Panel.

1 Variometer, geöffnet zur Kabine, zum Anzeigen der zeitlichen Höhenänderung (gleich Druckänderung) der Kabine.

nur 707C

Schalter und Lampen zum elektrischen Fahren der beiden Abluftregler; die Lampen zeigen das vollzogene Schließen auch bei pneumatischer Regelung an.

5.1.1 Der Kabinendruckregler

Automatic Cabin
Pressure Controller

Abb. S. 2 und 9

Der Kabinendruckregler ist ein pneumatisch wirkendes Gerät und übernimmt drei Aufgaben:

- 1) Es steuert den Luftauslaß aus der Druckkabine mittels Bestimmung der Öffnungsstellung der Abluftregler. Damit wird der Druck (oder die entsprechende Kabinenhöhe) in der Druckkabine unabhängig von der Flugzeughöhe (allerdings in Grenzen) bestimmt = isobarische Regelung
- 2) Das Gerät gestattet die Vorwahl und wahlweise Veränderung der Druckwechselgeschwindigkeit in Fuß/min bis zu einem Höchstwert von 2000 Fuß/min.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Druckregelung

 Kap. 21-5 Seite 6
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr. 1

- 3) Das Gerät begrenzt automatisch den Überdruck der Druckkabine zur Außenluft auf 8,6 PSI, wenn die Kabinenhöhen-Vorwahl gegenüber der Flugzeughöhe zu gering wird.

Zur Erfüllung aller Aufgaben ist das Gerät im Inneren durch eine Membran in zwei Kammern aufgeteilt. Der in der "Control Chamber" sich einstellende Luftdruck wird den Abluftreglern durch Rohrleitungen vermittelt. Dieser Regeldruck wird von der Stellung des "Isobaric Control Valve" als variabler Mittelwert zwischen dem Kabinendruck und dem Außendruck bestimmt. Über einen Filter am Manual Controller und eine Bohrung im "Pressurization Valve" des Manual Controller erhält die "Control Chamber" den jeweiligen Kabinendruck zugeführt. Das während einer Druckregelung immer etwas geöffnete "Isobaric Control Valve" hat Verbindung mit dem Außenluftdruck durch ein Rohr, das rechts im Buggradschacht mündet. Durch das Ansetzen einer Druckleitung (Pneumatic Source) in den Rohrauslaß im Buggradraum wird in dem Rohr vom "Isobaric Control Valve" ein kleiner Unterdruck gegenüber dem Außenluftdruck erzeugt (Jet Pump). Auf diese Weise wird z.B. am Boden bei geringem Kabinenüberdruck bereits ein Öffnen der Abluftregler veranlaßt. Druckstöße durch Schließen von Fenstern werden so vermieden und ein "Pressure Bump" wird im beginnenden Steigflug verhindert.

Die Öffnungsstellung des "Isobaric Control Valve" wird durch die Lage der "Rate Control Diaphragm" als Trennebene zwischen den beiden Kammern des Automatic Controller gesteuert. Die Lageveränderung der Trennebene wird bestimmt durch:

- a) die Druckfederspannung am "Cabin Altitude Selector",
- b) die unter den veränderlichen Raumdrücken unterschiedliche Zugkraft der "Isobaric Bellows",
- c) die lageveränderliche Druck- oder Zugkraft der Blattfeder an der "Rate Control Diaphragm",
- d) die Öffnungsstellung eines Ventils (Cabin Rate Selector), das die Verbindung beider Kammern im Querschnitt verändern kann.
- e) die zusätzliche Veränderung der Druckfederspannung (siehe a)) bei Betätigung der barometrischen Korrektur.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Druckregelung

Kap. 21-5 Seite 7
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr. 1

zu e): Um den Kabinendruck möglichst genau dem Außenluftdruck bei Start und Landung angleichen zu können, ist eine barometrische Korrektur vorgesehen. Der an der Vorderseite des Automatic Controller sichtbare kleine Drehknopf "Barometric Correction Selector" wirkt bei seiner Drehung feinregulierend auf die Druckfederspannung, die normal vom Cabin Altitude Selector verändert wird, (siehe Punkt a). Zugleich treibt der Drehknopf eine Skala mit einer Einteilung in Zoll Hg an, hat aber keinen Einfluß auf den Kabinenhöhenzeiger.

Durch das "Isobaric Control Valve" wird in der "Control Chamber" des Reglers ein Steuerdruck aufgebaut, der den Outflow Valves vermittelt wird. Diese gehen in Öffnungs-Regelstellung und steuern den Druck und die zeitlichen Druckveränderungen. Mit dem Wahlknopf "Cabin Altitude Selector" kann eine Kabinenhöhe von -1000 bis +10000 Fuß gewählt werden. Verändert wird die Druckkraft der Feder in der "Rate Chamber", zugleich dreht ein Zeiger auf der Skala, die von -1000 bis +10000 Fuß eingeteilt ist. Die Druckkraft der Feder ist am größten bei einer Zeigerstellung von -1000 Fuß. Rechtsdrehung des Wahlknopfes verringert die Druckkraft.

Die durch die trennende Membran entstandenen zwei Kammern im Inneren des Gerätes stehen mit einem kleinen Kanal miteinander in Verbindung. Der Querschnitt des Kanals kann verändert werden, indem mittels eines Drehknopfes "Cabin Rate Selector" ein Ventil verstellt wird. Damit wird der zeitliche Druckausgleich zwischen der "Rate Chamber" und der "Control Chamber" gesteuert. Bei Kabinendruckabnahme ist die Stromrichtung von der Rate Chamber in die Control Chamber, bei Kabinendruckaufbau umgekehrt. Ist der Drehknopf "Cabin Rate Selector" linksdrehend in Richtung DEC (Decrease) bis zum Anschlag verstellt, ergibt sich durch den stark gedrosselten Ausgleichsquerschnitt ein langsamer Druckausgleich zwischen den beiden Kammern. Die Membran "Rate Control Diaphragm" hat jetzt einen zeitlich sehr verzögerten Einfluß auf die Öffnungsstellung des "Isobaric Control Valve", was sich in einem langsamen Druckauf- oder Abbau in der Kabine auswirkt. Am Variometer würden etwa 50 Fuß/min abgelesen werden. Die Drehknopfstellung senkrecht nach oben entspricht etwa einer Druckwechselgeschwindigkeit von 300 Fuß/min und stellt die Normalstellung dar. Den Drehknopf ganz nach rechts in "INC" (Increase) verdreht, kann eine Druckwechselgeschwindigkeit von 2000 Fuß/min ergeben.

Die Control Chamber enthält ein Überdruckventil "8,6 Pressure Differential Valve". Das Ventil soll bei Druckkabinenbetrieb den Überdruck der Kabine zur Außenluft auf 8,6 PSI begrenzen. In diesem Grenzfall wirken die an den Regler angeschlossenen Abluftregler als 8,6 PSI-Überdruckregler, indem der die Abluftregler beeinflussende Luftdruck in der Control Chamber einen zugehörigen justierten Überdruck zur Außenluft nicht übersteigen kann.

nur 707C

Die Jet Pump für den Druckregler und jene für die neuen Abluftregler wurden mit einem Druckregulator versehen. Der Regulator gewährleistet einen konstanten negativen Druck zum Ausgleich des variablen Triebwerkdruckes (Pneumatic Source) und des veränderlichen Kabinendruckes.

5.1.2 Der Kabinendruck-Handregler

Cabin Pressure Manual Controller

Abb. S. 2 und 7

Mit diesem Regelgerät kann der automatische Druckregler in all seinen Funktionen übersteuert werden. Eine Vorwahl der Kabinenhöhe und der Druckwechsel-Geschwindigkeit ist nicht möglich. Die Regelung muß deshalb unter ständiger Beachtung des Kabinen-Höhenmessers und des Kabinen-Variometers erfolgen.

Der Regler hat nur einen Bedienknopf. Er kann aus seiner Mittelstellung, die am angetriebenen Zeiger auf das Feld "Auto" weist, links- und rechtsdrehend verstellt werden. Durch gegensinnig angeordnete Kurvenscheiben wird dann nur je eines der beiden Ventile geöffnet. Da das "Pressurization Valve" eine Bohrung hat, erhält die Regelkammer (in der sich die Kurvenscheiben befinden und die mit der "Control Chamber" des "Automatic Controller" immer verbunden ist) einen Anschluß an den Kabinenluftdruck. Damit ist es klar, daß das "Depressurization Valve" das "Isobaric Control Valve" im Automatic Controller ersetzt.

Bei einer Regelung mittels des Handreglers wird die Öffnungsstellung der Abluftregler vom "Depressurization Valve", also am Regelknopf linksdrehend, gesteuert. Die Möglichkeit einer wesentlich größeren Öffnung gegenüber dem "Isobaric Control Valve" ist die Erklärung für die Erreichbarkeit der großen Druckfallgeschwindigkeit von 10.000 Fuß/min.

Eine Verdrehung des Knopfes mit Zeigerstellung in "Increase Pressure" wird bei schnellem Sinkflug (Rapid Descent) zum schnellen Kabinendruck-Aufbau vorgenommen (Achtung ! starke Einwirkung auf die an Bord befindlichen Menschen). Außerdem kann man in dieser Stellung des Manual Controller einen Bodendruckaufbau in der Druckkabine vornehmen. Das gilt besonders, wenn keine Druckluft von Triebwerk 2 für die "Jet Pump" zur Verfügung steht.

Ein Druckausgleich zwischen Kabine und Außenluft im Fluge als auch am Boden erfolgt durch weite Linksdrehung des Knopfes in Richtung "Decrease Pressure". Dadurch werden die Abluftregler infolge der sich ergebenden Steuerdruckverringerung zu extremer Öffnung veranlaßt.

5.1.3 Die Abluft-Sicherheitsregler Outflow-Safety Valves

Abb. S. 2 und 6

nur 707A und B

Die kurz Abluftregler (Outflow Valve) benannten Geräte sind die wichtigsten Anlagenteile der Druckregelung. Das war in der Einleitung bereits gesagt. In den 707A und B-Flugzeugen sind alle drei Abluftregler einander gleich. Der im Automatic Controller oder ersatzweise im Manual Controller sich einstellende Regeldruck wird durch Rohre allen Abluftreglern zugeführt. Eine Membran im "Pneumatic Relay" jedes Abluftreglers steuert durch diesen Regeldruck zusammen mit einer Feder gegen den Oberkammerdruck des Abluftreglers ein kleines Ventil im "Pneumatic Relay". Die Oberkammer (Control Chamber) hat über einen Filter Verbindung mit dem Kabinendruck. Das Ventil im Relais steuert die Verbindung der Abluftregler-Oberkammer mit der Außenluft über eine "Jet Pump". An jedes Abluftregler-Gehäuse ist eine "Jet Pump" angebaut, die wie die Jet-Pump für den Automatic Controller an eine Druckleitung von Triebwerk 2 angeschlossen ist.

Im Abluftregler wiederholt sich der gleiche Regelvorgang wie im Automatic Controller, indem die Membran im Relay die Öffnung des Ventils sinngemäß wie die "Rate Control Diaphragm" das "Isobaric Control Valve" beeinflusst. Der Abluftregler verändert seine Öffnungsstellung unter Einwirkung des Kabinendruckes zum Oberkammerdruck.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Druckregelung

Kap. 21-5 Seite 10

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

Der Abluftregler als Sicherheitsregler arbeitend, übernimmt drei Funktionen, die im Folgenden beschrieben werden:

1. Das "9,42 Pressure Differential Valve" übernimmt die Begrenzung des Kabinenüberdruckes zum Außenluftdruck auf $9,42 \pm 0,15$ PSI. Der Luftdruck der Oberkammer gegen eine Feder und den zugeführten Außenluftdruck soll bei diesem Grenzwert ein kleines Ventil öffnen, das einen weiteren Druckanstieg in der Oberkammer begrenzt. Die Druckbegrenzung verhindert eine übermäßig große Luftabfuhr-Drosselung und verhindert eine Überdrucksteigerung. Das Ansprechen der Überdruckbegrenzung auf 9,42 psi kann erfolgen:
 - a) bei Ausfall der 8,6 psi-Überdruckbegrenzung im Automatic Controller,
 - b) bei dem Einsatz des Manual Controller,
 - c) nur bei 707A durch Schließen des betreffenden Test Valves.
2. Bei schnellem Sinkflug mit zu langsamem Kabinendruckaufbau kann Gleichdruck erzeugt und der Aussendruck sogar größer als der Kabinendruck werden. Liegt der Außenluftdruck 0,36 psi über dem Kabinenluftdruck, wird die "Negative Relief Diaphragm" angehoben und der Ventilteller geöffnet. Jetzt strömt Luft von außen in den Druckraum ein, und verhindert eine weitere Zunahme des negativen Differenzdruckes von 0,36 psi.
3. Bei starker Druckabnahme aus verschiedenen Ursachen soll ein weiterer Druckfall über die Druckhöhe von 13000 ± 1500 Fuß durch die Schließstellung aller Abluftregler gestoppt werden. Jeder Abluftregler besitzt einen "Cabin Altitude Limiter". Bei geringer werdendem Kabinendruck dehnt sich eine Aneroiddose im Limiter aus und öffnet bei einem Kabinendruck entsprechend der Höhe von 13000 Fuß ein Ventil. Der in die Oberkammer des Abluftreglers einströmende Kabinendruck beendet eine weitere Öffnung der Abluftregler und versucht, die Kabinenhöhe auf ca. 13000 Fuß zu begrenzen. Allerdings ist eine Druckhaltung nur bei ausreichendem Airflow vom pneumatischen System möglich. Die Rumpfleckage darf nicht zu groß sein.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Druckregelung

Kap. 21-5 Seite 11

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

nur 707CAbb. S.9 und 10

In der Einleitung anschließend an den Punkt f) war ausführlich von Veränderungen im Druckregelsystem der 707C gesprochen worden.

Mit dem Automatic- oder Manual Controller lassen sich die beiden Abluftregler genauso pneumatisch steuern wie in den 707A und B-Flugzeugen.

Auch die drei Sicherheitsfunktionen (9,42 psi pos. Diff., 0,36 neg. Diff. und 13000 Fuß Limit) werden von beiden Abluftreglern übernommen.

Der dritte, im vorderen Bereich des hinteren unteren Frachtraumes befindliche Regler hat keine Verbindung mit beiden Controllern und wirkt nur noch als Sicherheitsregler für die drei Funktionen.

Sollte die pneumatische Steuerung der beiden Abluftregler ausfallen, können beide Regler getrennt durch je einen elektrischen Antrieb in jede Stellung einschließlich der vollen Öffnungs- und Schließstellung gefahren werden. Um jeden der Abluftregler im Schließzustand noch als Sicherheitsregler verwenden zu können, ist je ein automatisch arbeitender "Overpressure/Vacuum Relief Switch" angebaut. Bei Ansprechen des jeweiligen Schalters wird der elektrisch ausgelöste (verriegelte) Schließzustand übersteuert.

Beide Abluftregler sind mit je einem "Jet Pump Regulator" versehen. Der Druckregulator soll, wie im Abschnitt 5.1.1 bei dem Kabinendruckregler beschrieben, ein gleichbleibendes Vacuum auch bei Druckschwankungen durch Drehzahlveränderungen des Triebwerkes 2 einhalten.

Beide Abluftregler betätigen im Moment des Schließens je einen Schalter. Es ist gleichgültig, ob die Abluftregler pneumatisch oder durch den elektrischen Antrieb geschlossen haben, die "Closed"-Lampe in Amberfarbe auf dem FI-Panel leuchtet auf.

nur 707A5.1.4 Die PrüfventileTest Valves

Abb. S. 2 und 3

Wie der Name schon sagt, werden die Ventile nur bei Prüfungen betätigt, d.h. geschlossen. Beide sind auf

eine waagerechte Platte montiert, die sich hinter dem FI-Panel zwischen dem oberen und unteren Panel befindet. Von unten erreichbar, läßt sich je eine Flügelschraube von der Drahtsicherung lösen und durch Verdrehung in "Close" das jeweilige Test Valve schließen. Wird das "Isobaric Test Valve" geschlossen, ist eine Druckregelung wegen Absperrung des Außenluftdruckes nicht mehr möglich. Der Kabinenüberdruck steigt entsprechend den zugeschalteten Druckquellen schnell an bis zum Ansprechen des "8,6 Pressure Differential Valve" im Automatic Controller. Wird auch das "Differential Test Valve" geschlossen, begrenzen nur noch die drei Sicherheitsregler den Kabinenüberdruck (9,42 PSIG).

Da bei Ausfall der automatischen Druckregelung der Handregler (siehe 5.1.2) den Kabinendruckregler jederzeit übersteuern kann, sind die Prüfventile in den 707B und C-Flugzeugen nicht mehr zum Einbau gekommen. Bei Prüfungen am Boden auf vollen Differenzdruck werden ohnehin die Regelgeräte nicht verwendet. Mittels eines Außenaggregates, das den Anschluß bei allen 707 Baumustern rechts im Bugradschacht zum Aufdrücken benutzt, kann die Kabine auf Dichtigkeit geprüft werden.

5.1.5 Die Strahlpumpen

Jet Pumps

Abb. S. 2,4 und 5

Um von Anfang an die Druckregelung in der Hand zu haben, sind Strahlpumpen eingebaut worden. Sie erzeugen durch Druckluft in einem senkrecht zum Luftfluß angesetzten Rohr einen Unterdruck. Je eine Strahlpumpe (Jet-Pump) ist für die Regelgeräte am FI-Panel als auch für jeden Abluftregler vorhanden. Die Wirkungsweise wurde im Abschnitt 5.1.1 bei dem Kabinendruckregler bereits geschildert.

Die Druckluft zur Erzeugung des Unterdruckes stammt vom Triebwerk 2. Die im Triebwerksträger liegende Rohrleitung für Tragflächen-Eisverhütung bzw. EBA, die vom Niederdruck-Kompressor des Triebwerkes 2 kommt, ist angezapft. Das weiterführende Rohr teilt sich in der Verteilerzentrale auf. Ein Rohr verläuft nach vorn und mündet durch die Strahlpumpe im Bugfahrwerksschacht. Hier liegt der Anschluß des Automatic und Manual Controllers. Die drei Abluftregler (707C = 2 Abluftregler) sind mit ihren Jet Pump ebenfalls angeschlossen.

nur 707C

Die Strahlpumpe im Bugradschacht, wie auch die beiden Abluftregler-Strahlpumpen sind mit je einem "Jet Pump Regulator" ausgerüstet. Der Regulator soll bei den zu erwartenden unterschiedlichen Luftdrücken von Triebwerk 2 einen gleichbleibenden Unterdruck von 17,8 Zoll H₂O erzeugen.

Die Strahlpumpen sind zur Erzeugung von Unterdruck für den Anfangs- und Endregelzustand unentbehrlich. Da die Abluftregler durch die Druckdifferenz Kabine zu Oberkammerdruck öffnen, außerdem eine Feder in der Oberkammer der Abluftregler das Ablaßventil in Schließstellung drückt, ist ein Unterdruck in die Oberkammer zu steuern, um den Abluftregler zu öffnen.

Wären die Strahlpumpen nicht vorhanden, oder liefere das Triebwerk 2 nicht, würden die Abluftregler erst bei einem Kabinenüberdruck, der die Druckkraft der Feder in der Oberkammer überdrückt, öffnen. Die Kabine "fährt in den Boden", d.h. bei verschlossener Kabine und laufenden Triebwerken würde durch Einschalten von T/C oder EBA ein Druckanstieg in der Kabine eintreten, bevor die Abluftregler öffnen.

5.2 Wirkungsweise

Operation

Das Zusammenwirken aller Bauteile zur pneumatischen Druckregelung wird bei Bedarf im Unterricht behandelt. In den Einzelabschnitten für die Bauteile ist schon viel gesagt worden, so daß mit der Abb. S. 2 die Gesamtregelung in der 707A und B gut übersehbar ist.

Eine Überprüfung der gesamten Anlage am Boden ohne laufende Triebwerke ist mit einfachen Mitteln durchführbar. Die fehlende Druckluft von Triebwerk 2 wird in der Art ersetzt, daß eine Stickstoffflasche an die "Jet Pump Supply Line" angeschlossen wird. In der linken Tragflächenwurzel hinter der Klappe Nr. 300 ist die beste Anschlußmöglichkeit. Das Ventil der Stickstoffflasche wird langsam geöffnet. Der Druck soll maximal 45 PSIG nicht überschreiten. Ob Druckfluß an den Strahlpumpen vorhanden ist, kann man an den Abluftreglern und im Bugradschacht hören.

Um die Funktion der Anlage zu überprüfen, wird der Hand-Druckregler auf "AUTO" gestellt und am Höhenwähler des Kabinendruckreglers 200 Fuß über der Platzhöhe gewählt.

Die barometrische Korrektur darf jetzt nicht auf Meereshöhe bezogen sein, es ist der Tagesdruck - Flugplatzdruck einzustellen. Die Abluftregler müssen öffnen. Wird nun 200 Fuß unter Platzhöhe gewählt, müssen die Abluftregler schließen.

nur 707C

5.2.1 Elektrische Übersteuerung

Electr. Override Control System

Abb. S. 9 und 11

Wie in den vorhergehenden Abschnitten schon mehrmals angesprochen, enthalten beide Abluftregler einen elektrischen Verstellmotor. Durch Einsatz der Motore wird die normale pneumatische Regelung der Abluftregler übersteuert. Der Einsatz erfolgt bei Ausfall der pneumatischen Regelung.

Mit dem Verstellmotor kann das Ventil des Abluftreglers auf- bzw. zugefahren werden. Dadurch wird die normale Regelfunktion übersteuert. Um jeden dieser Abluftregler im Schließzustand noch als Sicherheitsregler verwenden zu können, ist je ein automatisch arbeitender "Overpressure/Vacuum Relief Switch" angebaut. Bei Ansprechen des jeweiligen Schalters wird der elektrisch ausgelöste (verriegelte) Schließzustand übersteuert. Je ein leuchtendes Amber Light zeigt jeden geschlossenen Zustand des betreffenden Abluftreglers an.

Am FI-Panel befinden sich 2 Kippschalter, durch welche das elektrische Auf- oder Zufahren des vorderen und des hinteren Abluftreglers erfolgen kann, sobald ein weiterer, durch eine Kappe geschützter Schalter in seine "OVRD"- = Override-Stellung gebracht wird. Über beide Kippschalter ist das entsprechende Amber Light angeordnet.

In Einzelabschnitten sollen die verschiedenen Möglichkeiten geschildert werden:

a) Die Abbildungen zeigen die Anlage in Ruhe - = Normalstellung, d.h.:

1. am FI-Panel steht der "Override Switch" in "NORM" und beide Kippschalter befinden sich in neutraler "OFF"-Stellung.
2. beide Abluftregler können voll pneumatisch arbeiten.

3. in beiden Abluftreglern sind die drei Kontakte a,b,c des "Centering Switch" offen, beide "Relief Switches" (Overpressure and Vacuum) befinden sich in ihrer normalen Schließstellung und die Endlagenschalter d und e vom Verstellmotor sind geschlossen.
4. der Betätigungsmechanismus im Abluftregler (Jack Screw) ist vom Motor in Mittelstellung gefahren worden, das Ventil ist durch Federkraft geschlossen und kann jederzeit pneumatisch in Regelstellung gebracht werden (Zustand wie oben). Sobald die Anlage unter Spannung steht, leuchtet das "Outflow Valve Closed"-Licht auf.

b) Öffnen eines Abluftreglers (FWD oder AFT).

Am FI-Panel wird der Override Switch in "OVRD"-Stellung gelegt und ein Abluftreglerschalter (FWD- oder AFT VALVE) wird in Richtung "OPEN" gehalten. Das zugehörige Amber Closed Light erlischt, wenn das Betätigungsgestänge (Jack Screw) den Abluftregler zu öffnen beginnt. Zugleich wird der Centering Switch Kontakt a geschlossen. Der Abluftregler ist in ca. 14 bis 35 sec. ganz geöffnet. Die Endstellung ist beim Öffnen des Limit Switch e erreicht. Wird der Override Switch jetzt in "Normal" zurück geschaltet, fährt der Motor die Jack Screw in die neutrale = Mittelstellung. Der Centering Switch a beendet durch sein Öffnen den Lauf des Motors. Die Limit Switches d und e sind geschlossen. Die Feder in der Oberkammer des Abluftreglers hat das Ventil (Popped Valve) folgen lassen, das aufleuchtende Amber Closed Light bestätigt den Schließzustand. Der Abluftregler kann jetzt pneumatisch normal arbeiten.

c) Schließen eines Abluftreglers (FWD oder AFT)

Am FI-Panel wird der Override Switch in "OVRD"-Stellung gelegt und ein Abluftregler-Schalter (FWD- oder AFT VALVE) wird in Richtung "CLOSE" gehalten. Der Motor treibt die Jack Screw gegen die Schließstellung des Abluftregler-Ventils. Gleich nach Anlauf des Motors schließen beide Centering Switches b und c. Ist der Abluftregler pneumatisch in Regelstellung, also das Ventil nicht geschlossen, wird es gegen die Kraft des

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Druckregelung

Kap. 21-5 Seite 16
 Datum 2.69
 Bearbeiter hsi
 Korrektur-Nr. 1

Abluftstromes und des Regel-Differenzdruckes geschlossen. Der Endlagenschalter d beendet durch sein Öffnen nach 14 bis 35 sec. den Lauf des E-Motors. Das betreffende Amber Closed Light leuchtet auf und der Abluftregler nimmt an der pneumatischen Kabinendruck-Regelung nicht mehr teil.

Spricht jetzt mit Override Switch in "OVRD" entweder der "Overpressure Relief Switch" bei ca. 9,4 psi Differenzdruck oder der "Vacuum Relief Switch" bei ca. -0,25 psi Differenzdruck an, so wird das Ventil-Betätigungsgestänge bis in seine neutrale Mittelstellung zurückgezogen. Dadurch kann das Ventil wieder pneumatisch regeln.

Würde man bei voller, elektrisch erfolgter Schließstellung des Ventils und bei neutraler Stellung des Ventilschalters den Override Switch nach NORMAL bringen, so wird, da der Kontakt b vom Centering Switch noch geschlossen ist, das Betätigungsgestänge in Mittelstellung gefahren werden. Dadurch ist eine normale Regeltätigkeit des Abluftreglers wieder möglich.

Ganz gleich, ob der Abluftregler elektrisch oder durch Federkraft geschlossen wurde, stets zeigt ein leuchtendes Warnlicht (Amber) diesen Zustand an.

Das elektrische Schließen beider Abluftregler wird vor einer Notwasserung vorgenommen.

d) Regelung des Kabinendruckes durch elektrische Verstellung der Abluftregler.

Die Druckregelung mittels elektrischer Verstellung der Abluftregler wird bei vollkommenem Ausfall der pneumatischen Regelung vorgenommen. Einer oder bei Bedarf beide Abluftregler werden mittels der Toggle Switches in eine Öffnungsstellung gebracht, die einen gesteuerten Abluftquerschnitt über das Ventil des Abluftregler zur Folge hat. Dabei wird es von der Art des Ausfalles der pneumatischen Regelung abhängen, ob der FWD und/oder AFT Switch in Richtung OPEN oder CLOSE zeitweilig betätigt wird.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Druckregelung

Kap. 21-5 Seite 17

Datum 2.69

Bearbeiter hsi

Korrektur-Nr. 1

5.3 Anzeigen

5.3.1 Kabinen-Höhenwarnung

Cabin Altitude Warning

Abb. S. 12

Der abnormale Druckfall in der Druckkabine wird durch ein akustisches Signal angezeigt. Der hinter dem FI-Panel befindliche "Cabin Altitude Warning Switch" wird von einer Aneroiddose bei einem Druck in der Kabine, der der Höhe von ca. 10 000 Fuß entspricht, geschlossen. Das ausgelöste unterbrechende Signal kann durch Betätigen eines "Cutout Switch" wieder gelöscht werden. Durch den Einsatz eines selbsthaltenden Relays bleibt die Löschung solange erhalten, bis bei zunehmendem Druck der Press. Switch wieder öffnet. Die Anlage geht aber auch bei einem Druckanstieg entsprechend einer geringeren Höhe als 10 000 Fuß wieder in Ausgangsposition, ohne daß der "Cutout Switch" betätigt wird. Das Warnhorn befindet sich zusammen mit anderen akustischen Warneinheiten auf dem FI-Hatrack.

5.3.2 Doppelhöhenmesser und Differenzdruck-Anzeiger

Dual Altimeter and Diff. Press. Indicator

Abb. S. 13

Diese Meßeinheit ermöglicht das Ablesen der Flugzeughöhe, und der Kabinenhöhe in Fuß. Die Ablesemöglichkeit ist verhältnismäßig grob und barometrisch nicht justierbar. Als dritte Größe wird der Differenzdruck in PSIG angezeigt, der bei Druckkabinenbetrieb als Überdruck der Kabine zur Atmosphäre auftritt. Ein Doppelzeiger trägt die Bezeichnung "FLIGHT" bzw. "DIFF", eine drehbare Ziffernscheibe mit einer Nase ist mit "CABIN" markiert. Eine äußere feste Skala dient in Verbindung mit dem "Flight"-Zeiger bzw. mit der Nase der drehbaren Scheibe zum Ablesen der beiden Höhen. Auf dieser Scheibe sind auch die Ziffern für den Differenzdruck aufgetragen, der in Verbindung mit dem "DIFF"- Zeiger abgelesen werden kann. Das Mehrfachgerät befindet sich am oberen FI-Instrumentenbrett.

5.3.3 Kabinen-Variometer

Rate of Climb Indicator or Rate of Change Indicator

Dieses Anzeigeeinstrument ermöglicht die ständige Überwachung der Druckwechselgeschwindigkeit im Druckraum.

Lufthansa

Technische Schule

Druck-Klima-Anlage 707

Druckregelung

Kap. 21-5 Seite 18
Datum 2.69
Bearbeiter hsi
Korrektur-Nr. 1

Das Gerät ist erforderlich, da der Wahlknopf für das Druckwechselsystem keine Teilung besitzt. Das in Fuß/Min geeichte Instrument befindet sich neben der Höhen-Differenzdruckanzeige.

5.4 Prüf-Aufdrückpunkt

Abb. S. 14

Auf der rechten Seite im Bugradschacht befindet sich eine ca. 3 Zoll Öffnung zum inneren Bugraum des Rumpfes. Ein Schraubdeckel verschließt normal diese Öffnung. Hier wird zur Druckprüfung des Rumpfes ein Druckaggregat angesetzt. Zur Überwachung und Messung des Überdruckes, der Druckwechselgeschwindigkeit und der Leckage wird eine Meßleitung zwischen dem Druckaggregat und einem kleineren Anschluß rechts unter dem Aufdrückpunkt angeschlossen.

Im Kapitel 53-5 des TBH bzw. des Maint. Manual ist die Druckprüfung beschrieben. Wegen der Möglichkeit der Beschädigung von Geräten usw. müssen die Vorschriften des TBH bei einer Druckprüfung beachtet werden.

Standard-Werte für Höhen von 0 bis 50 000 ft

Höhe		Druck				Temperatur		Dichte
ft	m	psia	inch.HG	mm Hg	atm	°F	°C	kg/m ³
0	0	14,7	29,92	760,0	1,000	59,0	15,0	1,226
500	152,4	14,43	29,38	746	0,981	57,2	14,0	1,206
1 000	304,8	14,18	28,86	733	0,964	55,4	13,0	1,189
1 500	457,2	13,92	28,33	720	0,947	53,6	12,0	1,171
2 000	609,6	13,67	27,82	707	0,930	51,8	11,0	1,154
2 500	762	13,42	27,31	694	0,914	50,0	10,0	1,138
3 000	914	13,17	26,81	682	0,896	48,4	9,1	1,120
3 500	1 067	12,93	26,32	668	0,880	46,6	8,1	1,104
4 000	1 219	12,70	25,84	656	0,864	44,8	7,1	1,087
4 500	1 372	12,46	25,36	644	0,848	43,0	6,1	1,070
5 000	1 524	12,23	24,89	632	0,832	41,2	5,1	1,054
6 000	1 829	11,79	23,98	609	0,802	37,6	3,1	1,023
7 000	2 134	11,35	23,09	587	0,772	34,0	1,1	0,992
8 000	2 438	10,92	22,22	564	0,740	30,0	-1,1	0,962
9 000	2 743	10,51	21,38	543	0,715	26,8	-2,9	0,933
10 000	3 048	10,11	20,58	523	0,688	23,3	-4,8	0,904
15 000	4 572	8,29	16,89	429	0,565	5,5	-14,7	0,770
18 065	5 506	7,35	14,96	380	<u>0,500</u>	-5,1	-20,6	0,696
20 000	6 096	6,75	13,75	349	0,460	-12,3	-24,6	0,653
25 000	7 620	5,45	11,10	284	0,371	-30,2	-34,6	0,549
30 000	9 144	4,36	8,88	226	0,297	-48,0	-44,4	0,458
35 000	10 668	3,46	7,04	179	0,235	-65,8	-54,3	0,379
40 000	12 192	2,72	5,54	141	0,185	-69,7	-56,5	0,301
45 000	13 716	2,14	4,35	110,5	0,145	-69,7	-56,5	0,239
50 000	15 240	1,68	3,42	86,9	0,114	-69,7	-56,5	0,186

Umrechnungen

1 Fuß	ft	△	≈ 0,3	m	
1 Kubikfuß	cu.ft	△	0,0283	m ³	
1 Pfund (engl.)	lb	△	≈ 0,454	kp	
1 Pfund je Kubikfuß	lb/cu.ft	△	≈ 16	kp/m ³	
1 Atmosphäre (techn.)	at	△	1,0	kp/cm ²	
1 Atmosphäre (phys.)	atm	△	1,033	kp/cm ²	
1 Atmosphäre "	atm	△	10330	mm WS	(mm H ₂ O)
1 Atmosphäre "	atm	△	760	mm QS	(mm Hg; Torr)
1 Atmosphäre "	atm	△	1013	mb	
1 Atmosphäre "	atm	△	29,92	Zoll QS	(in.Hg)
1 Atmosphäre "	atm	△	14,7	psi	
1 Zoll Wassersäule	" WS (in. H ₂ O)	△	0,0025	atm	
1 Pfund je Quadratzoll	psi	△	≈ 0,07	kp/cm ²	
1 Pfund je Quadratzoll	psi	△	≈ 2,04	in.Hg	
1 Grad Fahrenheit Temp.-Diff.		△	$\frac{5}{9}$	°C	
1 Kilokalorie	kcal	△	427	kp · m	
1 Meter je Sekunde	m/s	△	3,6	km/h	

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \cdot \frac{5}{9}$$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} \cdot ^{\circ}\text{C} + 32$$