

NATIONALE VOLKSARMEE

2. URHEBERRECHT 1987 VDM

Studienunterlagen

Das Hydrauliksystem

des Flugzeuges 96

Teil I

NATIONALE VOLKSARMEE
UNTEROFFIZIERSSCHULE VIII

STUDIENUNTERLAGE

Das Hydrauliksystem des Flugzeuges 96

Teil I

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1.	5
1.1. Einführung	5
1.1.1. Begriff	5
1.2. Physikalische Grundlagen	5
1.2.1. Prinzip des hydrostatischen Antriebs	5
Übungsaufgabe	6
2.	8
2.1. Hydraulikanlagen im Flugzeug	8
2.1.1. Grundätzliches	9
2.2. Hilfskraftsysteme	9
2.2.1. Arten der Hilfskraftsysteme	9
2.3. Vor- und Nachteile einer Hydraulikanlage	9
2.4. Der hydraulische Grundkreis	10
2.4.1. Symbole der Hydraulik	12
2.4.2. Aufbau des hydraulischen Grundkreises	12
2.4.3. Arbeitstechnik	13
2.4.4. Hydraulische Schaltungen	14
2.5. Das Hydrauliköl	15
2.5.1. Anforderungen an das Hydrauliköl	16
Übungsaufgaben	16
3.	17
Hydrauliksystem des Flugzeuges	17
3.1. Technische Daten der Hydraulikanlage	18
3.2. Sicherheitsmaßnahmen und Wartungsregeln	18
3.2.1. Allgemeine Wartungsregeln	19
3.2.2. Sicherheitsmaßnahmen für Arbeiten am Hydrauliksystem	19
3.2.3. Kontrolle der Hydraulikfilter	20
3.2.3.1. Regeln für die Kontrolle der Hydraulikfilter	21
3.2.3.2. Demontage, Kontrolle und Montage der Hydraulikfilter	21
3.3. Gliederung der Hydraulikanlage	21
3.4. Das Hydraulikhauptsystem	23
3.4.1. Die Druckerzeugungsanlage	23
3.4.1.1. Aufgaben	24
3.4.1.2. Aufbau	24
3.4.1.3. Arbeitsweise	24
	26

3.4.1.4.	Bauelemente der Druckverzweigungsanlage	27
	Hydraulikbehälter	27
	Hydraulikpumpe MP34M-1T	30
	Filter	33
3.4.4.3.	Bauelemente des Systems	62
	Arbeitszylinder	62
	Zweiwegventil GA-185U	63
	Funktion des Systems	64
	Bedien- und Überwachungselemente	65
	Bremseklapplensystem	65
	Allgemeine Aufgaben und Funktion	66
	Aufbau der hydraulischen Steuerung und Lage	66
	der Bauelemente im Flugzeug	66
	Bauelemente des Systems	66
	Zweiwegventil GA-184U	66
	Kreislaufventil	66
	Rückschlagventil mit Thermoventil	67
	Arbeitszylinder der seitlichen Bremsklappen	68
	Arbeitszylinder der unteren Bremsklappe	69
	Arbeitsweise des Systems	70
	Bedien- und Überwachungselemente	70
	Fahrwerkssystem	70
	Aufgaben des Fahrwerkssystems	72
	Aufbau des Systems und Lage der Teile	72
	im Flugzeug	72
	Bauelemente des Systems	72
	Dreiwegventil GA-142/1	74
	Arbeitszylinder	74
	Entriegelungszylinder	76
	Verblockventil	77
	Koordinierungsventil	79
	automatischer Bremszylinder	80
	einsitzige Drossel	81
	Arbeitszylinder des Bugfahrwerkes	82
	Arbeitszylinder der Radaubdeckklappen	83
	Vorausfahren der Fahrwerke	83
	Bedien- und Überwachungselemente	84
	System zur Verstellung des Schubdüsendurchmessers	85
	Allgemeine Aufgaben und Funktion	86
	Aufbau des hydraulischen Systems	86
	Aufbau des Systems	87
	Dreiwegventil GA-164U/1	87
	Synchronventil	88
3.4.2.4.	Arbeitsweise des Systems bei automatischer	51
	Steuerung	51
3.4.2.5.	Handsteuerung des Regelzylinders	52
	Luftabdecksystem	54
	Allgemeine Aufgaben und Funktion	54
	Aufbau der hydraulische Steuerung	55
	Bauelemente des Systems	56
	Zweiwegventil GA-184U	56
	Eingesitzige Drossel	56
	Arbeitszylinder	57
	Vorausfahren der Fahrwerke	58
	Arbeitsweise des Systems	59
	Bedien- und Überwachungselemente	60
	Landecklapplensystem	60
	Aufgaben und Funktion	61
	Aufbau des Systems	61

1.	Zinführung	69
1.1.	Begriff	71
	Die Bezeichnung hydraulischer oder genauer hydrostatischer Antrieb ist heute für alle Antriebe üblich, in denen die Energieübertragung mit einer Flüssigkeit unter Druck erfolgt.	
	Die Hydraulik ist die praktische Lehre von den Vorgangen, bei denen Kräfte und Bewegungen durch eine Flüssigkeit übertragen werden. Sie behandelt das Gebiet der ruhenden und strömenden Flüssigkeiten und umfasst die Stromungen in offenen Gerinnen, geschlossenen Rohrleitungen und Kanälen, die Grundwasserbewegung und die Strömung um feste Körper.	
	Eine Hydraulikanlage im engeren Sinn der Begriffsbestimmung ist eine Einrichtung, in der zur hydraulischen Kraft- und Energieübertragung eine Flüssigkeit - meistens Öl - Verwendung findet. Die Energie eines von einem Hydrogenerator (Pumpe) erzeugten Flüssigkeitsstroms wird in einem Hydromotor, z.B. einem Arbeitszylinder in mechanische Arbeit umgeformt.	
	Die Kräfte werden bei dieser Art der Umformung durch den Flüssigkeitsdruck erzeugt.	
	Dan im Flugzeugbau angewandte Hydraulikkreise arbeiten nach dem hydrostatischen Prinzip, bei dem die Kräfte im wesentlichen durch den statischen (ruhenden) Druck entstehen.	
	In einer hydrodynamischen Energieübertragung werden die Kräfte durch Umleitung der mit großer Geschwindigkeit strömenden Flüssigkeiten hervorgerufen.	
1.2.	Physikalische Grundlagen	101
	Die Hydromechanik befaßt sich mit physikalischem Verhalten tropfbarer Flüssigkeiten. Sie gliedert sich in die Lehre vom Gleichgewicht der Kräfte bei ruhenden Flüssigkeiten, die Hydrostatik und die Lehre von den Erhebungen bei strömender Bewegung von Flüssigkeiten, die Hydrodynamik.	
2.	Hydrostatik	111
	Zusammenfassung der Lehre vom Gleichgewicht der Kräfte und von der Bewegung tropfbarer Flüssigkeiten	
2.1.	Hydromechanik	115
	Lehre vom Gleingewicht	
	Lehre von den Erscheinungen	
3.	Hydrodynamik	115
	Lehre vom Gleingewicht	
	Lehre von den Erscheinungen	
3.1.	Arbeitszylinder	90
3.1.1.	Arbeitsweise des hydraulischen Schubdüsenverstärkersystems	91
3.1.2.	Das Verstärkerystem	91
3.1.3.	Druckerzeugungssystem des Verstärkersystems	91
3.1.4.	Verrieglung der Querruderverstärker BU-45A durch Verstärker- und Hauptsystem	92
3.2.	Beaufsichtigungssystem	93
3.2.1.	Bestandteile des Systems	93
3.2.2.	Abschaltventil GA-190B	93
3.2.3.	Druckbehälter GA-155T/21	95
3.2.4.	Querruderverstärker BU-45A	96
3.2.5.	Arbeitsweise des Systems	99
3.2.6.	Bedien- und Überwachungselemente	99
3.3.	Versorgung des hydraulischen Kraftverstärkers	100
3.3.1.	BU-210B der Höhensteuerung	100
3.3.2.	Aufbau des Systems und Lage der Teile im Flugzeug	100
3.3.3.	Bestandteile des Systems	101
3.3.4.	Hydraulikverstärker BU-210B	101
3.3.5.	Notpumpstation WP-27/T	107
3.3.6.	Zylindrischer Hydraulikkra	108
3.3.7.	Feinfilter 11G245R-1	109
3.3.8.	Druckbehälter GA-155T/32	109
3.3.9.	Doppelpilotenschlagventil	110
3.3.10.	Funktionsweise des Systems	110
3.3.11.	Überwachungselemente in der Kabine	111
3.3.12.	Das Druckbelüftungssystem des Hydraulikkreisels	111
4.	Aufgaben und Funktion	111
4.1.	Aufbau des Systems	111
4.2.	Bestandteile des Systems	112
4.2.1.	Belüftungsaggregate	112
4.2.2.	Belüftungsventil	113
	Kondensatsabscheider	113
	Arbeitsweise des Systems Kontrollfragen	114
		115

der Kräfte bei ruhenden
Flüssigkeiten

Die Hydrostatisik beruht auf dem von Blaise Pascal
formulierten Gesetz, nach dem sich der Druck in einer ruhenden
Flüssigkeit nach allen Richtungen gleichmäßig ausbreitet.

Die Hydrostatische Gleichung, der Bernoulli'schen Gleichung
und der Eulerschen Gleichung mathematisch festgelegt sind.
Dabei wird das Verhalten einer idealen Flüssigkeit betrachtet,
d.h., die Zusammendrückbarkeit, die Reibung und die Kapillarität
bleiben unberücksichtigt.

1.2.1. Prinzip des hydrostatischen Antriebs

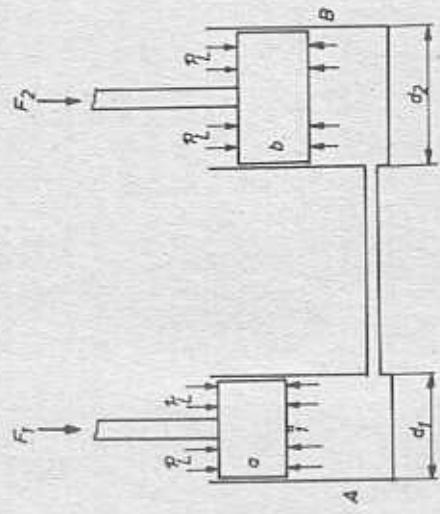


Abb. 1 Prinzip des hydrostatischen Antriebs

Auf den dichten, reibungsfreien im Zylinder A geführten, gewichtslosen Gedachten Kolben a wirkt eine äußere Kraft F_1 , und die durch den Luftdruck P_L bedingte Kraft $P_L \cdot A_1$. Befindet sich der Kolben im Ruhe, so muss die Flüssigkeit im Zylinder eine gleichgroße Kraft $P_A \cdot A_1$ auf den Kolben ausüben. Es gilt daher

$$F_1 + P_L \cdot A_1 = P_A \cdot A_1$$

Der Druck im Punkt 1 wird daraus

$$P_A - P_L = \frac{F_1}{A_1} = P_1$$

Dieser Druck ist ein Überdruck, wird in Pa ($1,02 \cdot 10^{-4}$ kp/cm 2) angegeben und kann durch ein übliches Manometer gemessen werden. Der Druck P_A ist der absolute Druck an der Stelle 1 im Zylinder A.

Er ist rund 0,1 MPa größer als der Überdruck, da die atmosphärische Luft zusätzlich auf den Kolben drückt.

Bekanntlich präzisiert sich der Druck in Flüssigkeiten nach allen Richtungen gleichmäßig fort. So liegt der Druck, der unter dem Kolben a entsteht, auch unter Kolben b des Arbeitszyllinders B an. Da die Kolbenfläche unterschiedlich groß sind, d.h. Fläche A_2 größer als A_1 , können durch die Kolben b größere Kräfte übertragen werden.

$$F_2 = (P_A - P_L) \cdot A_2 = P_2 - P_L$$

Das im Zylinder A verdrängte Volumen V_1

$$V_1 = s_1 \cdot A_1 \quad (s_1 = \text{Wog. des Kolbens } b)$$

bewirkt eine Verschiebung des Kolbens b. Die Flüssigkeit wird als nicht zusammendrückbar angesehen und die Reibung bleibt unberücksichtigt.

Aus der Gleichung der Volumina ergibt sich

$$V_1 = s_1 \cdot A_1 = s_2 \cdot A_2$$

Daraus folgt für den Weg des Kolbens b:

$$s_2 = \frac{A_1 \cdot s_1}{A_2}$$

Die verrichtete Arbeit des Zylinders B ergibt sich dann aus

$$W = F_2 \cdot s_2$$

Die Leistung kann mit der angreifenden Kraft und der für einen festgelegten Weg gemessenen Kolbenfahrtzeit bestimmt werden.

2. Hydraulikanlagen in Flugzeugen

$$\begin{aligned} P &= P \cdot \frac{\rho}{g} & \frac{P}{g} = \gamma & \left[\frac{\text{Ns}}{\text{m}^2} \right] \\ P &= P \cdot \gamma & & \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right] \end{aligned}$$

Übungsspiel:

Ein Arbeitszylinder wird beim Ausfahren mit einem Druck $P = 16 \text{ MPa}$ belastet. Der Durchmesser des Kolbens beträgt 60 mm , der Kolbenhub $s = 300 \text{ mm}$.

- Wie groß ist die Kraft P , die durch die Kolbenstange übertragen wird?
- Welche Arbeit wird durch den Zylinder verrichtet, wenn der Kolbenweg $\frac{s}{2}$ beträgt?
- Welche Leistung wurde erreicht, wenn die Kolbenstange in 3 Sekunden vollaufendig ausgefahren ist?

2.1. Grundätzliches

Mit Zunahme der Masse und der Geschwindigkeit der Flugzeuge erhöhte sich die Anzahl der beim Fliegen erforderlichen Handgriffe durch den Flugzeugführer. Um zur Bedienung aufzuhwendende Kräfte, z.B. zum Einziehen des Fahrwerkes und Betätigung der Steuerung, steigen erheblich an. Zur Entlastung des Flugzeugführers sind deshalb Hilfskraftsysteme eingesetzt worden.

2.2. Hilfskraftsysteme

Hilfskraftsysteme sind Anlagen, die durch verschiedene Energieumsetzungen Kräfte erzeugen, welche zur Unterstützung der menschlichen Kraft bei der Betätigung und Steuerung von Anlagen und Gerüten genutzt werden. Sie finden mechanisch, elektrisch, elektromagnetisch, elektro-mechanisch, pneumatisch und hydraulisch gesteuert im Flugzeug Anwendung.

2.2.1. Arten der Hilfskraftsysteme

Im Flugzeug finden folgende Hilfskraftsysteme Verwendung:

- mechanische Hilfskraftsysteme	- Hebel, Federkraft
- elektrische Hilfskraftsysteme	- Generator, Motor
- pneumatische Hilfskraftsysteme	- Verdichter
- hydraulische Hilfskraftsysteme	- Pumpe, Arbeitszylinder
- chemische Hilfskraftsysteme	- Pyrotechnische Mittel

Auch Kombinationen der verschiedenen Systeme werden angewandt um ihre Vorteile vereinen und besser ausnutzen zu können. Eine Verkettung verschiedener Hilfskraftsysteme führen zum Optimum in der Anwendung und erhöhen den Automatisierungsgrad der Anlagen. Im Rahmen der gesamten Flugzeugsantriebstechnik nehmen die hydraulischen und elektrischen Hilfskraftsysteme einen bedeutenden Platz ein, da sie die meisten Vorteile aufweisen.

Übungsaufgaben:

- Was versteht man unter Hydraulik?
- Wie unterscheiden sich Hydrodynamik und Hydrosatistik?
- Auf welchem Gesetz beruht die Hydrosatistik?
- Wie lautet die Gleichung zur Berechnung der Kraft eines Arbeitszylinders?

2.3. Vor- und Nachteile einer Hydraulikanlage

Die Vor- und Nachteile der Anlagen werden durch die vom Flugzeugen an die Ausrüstung gestellten Anforderungen bestimmt.

Solche Anforderungen sind:

1. kleines Bauvolumen
2. geringes Gewicht
3. große Zuverlässigkeit
4. einfache Wartung
5. geringe Stromabhängigkeit
6. hohe Lebensdauer
7. niedrige Herstellungskosten

Aus diesen Anforderungen ergeben sich für das Hydrauliksystem folgende Vorteile:

1. geringes Mass/Leistung - Verhältnis; es beträgt beim Hydropumpe/Generator nur ca. $\frac{1}{10}$ des eines Elektrogenerators (siehe Abb. 2)
2. Bauteile sind für Dauerbetrieb ausgelegt
3. Wirkungsgrad eines Hydrogenerators (Pumpe) liegt bis zu einer Leistung von 40 kW günstiger, als der eines Elektrogenerators (siehe Abb. 3)
4. einfache stufenlose Regelung
5. einfache Umformung der Drehbewegung in hin- und hergehende
6. delbständige Schmierung
7. zentrale Steuerung ist möglich
8. einfacher Überlastungsschutz
9. sanftes An- und Auslaufen der Bewegungen
10. einfache Wartung der Anlage
11. einfache Kontrolle der auftretenden Drücke und Kräfte

Es ergeben sich folgende Nachteile:

1. hohe Herstellungsgenauigkeit und damit verbundene hohe Herstellungskosten
2. mit größer werdender Leistung wird das Gewicht der Anlagen zu hoch
3. Unsicherheit durch Leckstellen (Brandgefahr)
4. Energieverteilung ist schlechter als in elektrischen Systemen, da Elektrokabel sich besser verlegen lassen, als Rohrleitungen

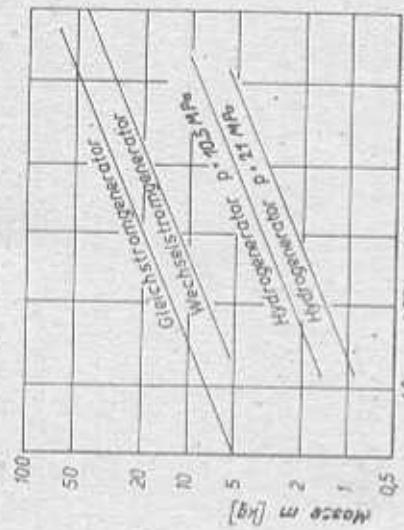


Abb. 2 Masse/ Leistung - Verhältnis
Leistung P [kW]

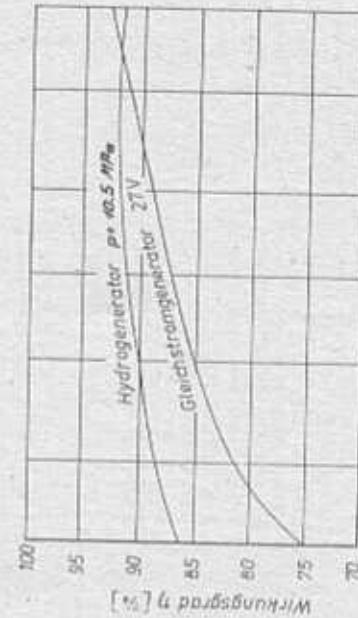


Abb. 2 Masse/ Leistung - Verhältnis
Leistung P [kW]

Die gestellten Bedingungen des Flugzeugbaus lassen sich erfüllen, wenn die jeweils günstigere Energieform angewendet wird. Die Impulsübertragung erfolgt, physikalisch bedingt, auf elektrischem Weg schneller, die Weiterleitung und Verteilung elektrischer Energie ist in manchen Fällen einfacher, als die hydraulische Drücke. Daher rückt das elektrohydraulische System,

In dem die Kommandoubertragung elektrisch und die Kraftübertragung hydraulisch erfolgt, in den Vordergrund.

2.4. Der hydraulische Grundkreis

2.4.1. Symbole der Hydraulik

Bei den hier aufgeführten Symbolen handelt es sich nur um die wichtigsten im Hydrauliksystem des Flugzeuges verwendeten Baulemente. Die Symbole sind dem TGL 8672 entnommen.



- Behälter



- Pumpe mit gleichbleibender Förderrichtung und konstantem Förderstrom



- Pumpe mit Gleichbleibender Förderrichtung und verteilbarem Förderstrom



- Filter



- Rückzahlagventil



- Drossel (eingebaute Leitungsgrenzung)



- Druckbegrenzungsventil - eigengesteuert; allgemeine Darstellung



- Druckbegrenzungsventil - eigengesteuert; ablaudruckentlastet



- Druckbegrenzungsventil - vorgesteuert; ablaudruckentlastet



- Druckbegrenzer - Speicherung von Druckenergie durch ein elastisches Element



- Druckmesser (Manometer)



- 4/2 Wegeventil - 4 Anschlüsse, 2 Wege - mit Vor- und Rückwärtstellstellung, z.B. für doppeltwirkende Arbeitszylinder



- 4/3 Wegeventil - 4 Anschlüsse, 3 Wege - mit Vor- und Rückwärtstellstellung, Druck in der Neutralstellung gesperrt, Rücklauf mit beiden Seiten des Arbeitszylinders verbunden

- Arbeitszylinder mit Tauchkolben

- Arbeitszylinder, einfachwirkend, mit Scheibenkolben und einseitiger Kolbenstange

- Arbeitszylinder, doppeltwirkend, mit Scheibenkolben und einseitiger Kolbenstange

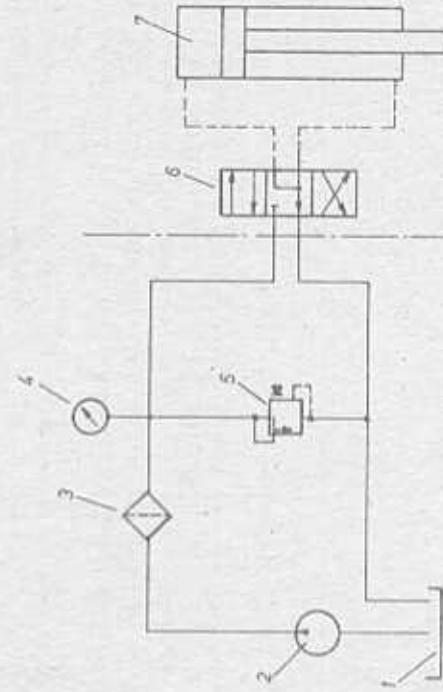
- Arbeitszylinder, doppeltwirkend mit Scheibenkolben und beiderseitiger Kolbenstange

- Schnellkupplung, Schnelltrennventil

- Leitungserverbindung

- Leitungskreuzung

2.4.2. Aufbau des hydraulischen Grundkreises



Druckerzeugungssystem

Arbeitssystem

2.4.4. Hydraulische Schaltung

1. Hydraulikbehälter - dient zur Aufnahme der Hydraulikflüssigkeit
2. Pumpe - Förderung der Flüssigkeit, Erzeugung des Arbeitsdruckes
3. Filter - Reinigung der Flüssigkeit
4. Sicherheitsventil - schützt das System vor Überlastung
5. Druckanzeigegerät - zeigt den herrschenden Arbeitsdruck an
6. Wegeventil - steuert den Flussigkeitsverlauf zu den Arbeitszylindern
7. Arbeitszylinder - setzt den Druck in eine Kraft um, verrichtet bei der Bewegung des Kolbens eine Arbeit

2.4.5. Arbeitsweise

Die Pumpe saugt die Flüssigkeit aus dem Behälter und drückt sie in die Leitung. Schmutz, Metall- und Gummiaabrieb werden durch den Filter aus der Flüssigkeit entfernt. Das Sicherheitsventil schützt das System vor Überlastung, indem es bei zu hohem Druck die Verbindung zur Rücklaufleitung öffnet und Flüssigkeit in den Behälter zurückfließen lässt. Dadurch wird der Druck in dem gesamten System geringer.

Durch das Anzeigegerät kann der anliegende Druck kontrolliert werden. Das Wegeventil steuert den Arbeitszylinder, indem es die Druck- und Rücklaufleitung wechselseitig, je nach Notwendigkeit, zum Arbeitszylinder frei gibt.

Durch den Arbeitszylinder wird der ankommende Druck in eine Kraft umgesetzt und die Arbeit verrichtet.

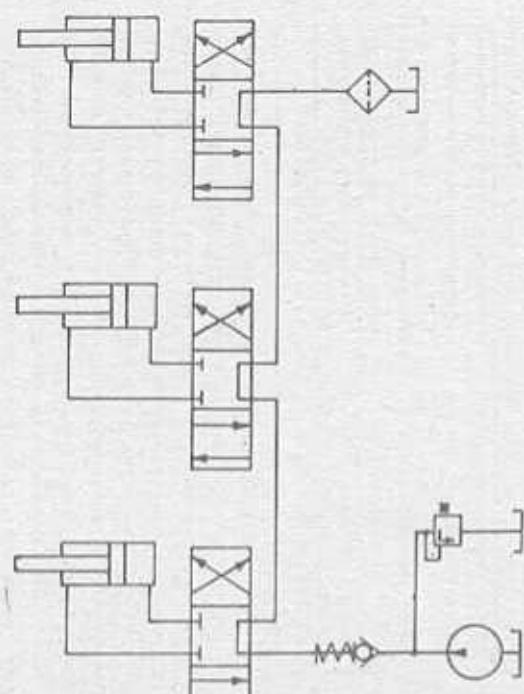


Abb. 4. Hydraulische Schaltung

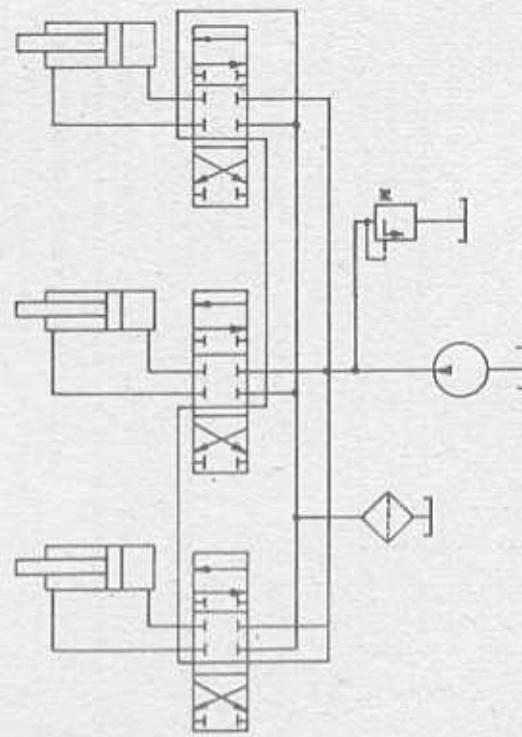


Abb. 5. Reihenschaltung

2.5.

Das Hydrauliköl

Hydrauliköle müssen bestimmte Eigenschaften aufweisen, um im Flugzeug Verwendung zu finden. Flüssigkeiten und im Hydrauliksystem verwendete Dichtungen müssen stets im Zusammenhang betrachtet werden. Eine bestimmte Flüssigkeit, selbst wenn sie für die Verwendung im Flugzeug hervorragend geeignet ist, kann nur dann eingesetzt werden, wenn entsprechende Werkstoffe für die Dichtungen vorhanden sind. In einem bestehenden Hydrauliksystem kann daher nicht ohne weiteres von einer Flüssigkeitsvergattung auf eine andere übergegangen werden.

Flüssigkeit	Dichtungswerkstoff
Mineralöl (Erdölbasis)	synthetischer Gummi
Pflanzenöle (Rizinusbasis)	Naturgummi
synthetische Öle (Esteröle, Silikonöl)	synthetischer Gummi
halogenisierte Mineralöle	synthetischer Gummi
Wasser-Glyköl- Gemische	synthetischer Gummi

Im wesentlichen werden in der Flughydraulik Arbeitsflüssigkeiten auf Erdölbasis (Mineralöle) und auf Rizinusbasis (Pflanzenöle) verwendet.

2.5.1. Anforderungen an das Hydrauliköl

Um die Betriebssicherheit eines Hydrauliksystems im Flugzeug gewährleisten zu können, müssen an das Hydrauliköl bestimmte Anforderungen gestellt werden.

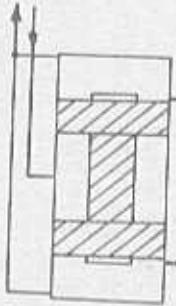
- auch bei langerer Betriebsdauer darf kein Verharzen des Oles erfolgen
- es muß schmierende Eigenschaften besitzen
 - Hydrauliköl darf Metalle nicht angreifen oder verrostzen
 - die Temperaturbeständigkeit muß sehr hoch sein
 - es muß den Metallabrieb und Schmutz in sich aufnehmen
 - darf eine Emulsionsbildung nicht zulassen, muss dieser Wasserabstossend sein
 - Hydrauliköl darf nicht zur Schaumbildung neigen

Übungsaufgaben:

1. Welche Arten der Hilfskraftsysteme finden im Flugzeug Verwendung?
2. Welche Anforderungen werden an eine Hydraulikanlage des Flugzeuges gestellt?
3. Nennen Sie die Vor- und Nachteile einer Hydraulikanlage!
4. Welche Anforderungen werden an das Hydrauliköl gestellt?

Übungsaufgaben:

1. Skizzieren Sie den hydraulischen Grundkreis, und benennen Sie die Bauelemente. Erläutern Sie die Aufgaben der Bauelemente!
2. Zeichnen Sie eine Hydraulikanlage unter Verwendung der genannten Symbole.
Einsatzende Bauelemente:
Kunze, Rohrleitung, Sicherheitsventil (vorgesteuert, rücklaufdruckentlastet), Filter (bestehend aus zwei Filterelementen, die in Reihe geschaltet sind), Druckanzeiger, Gerät, Hydraulikkessel und zwei Arbeitssystemen
1. Arbeitssystem: Im Einflussbereich des Hydraulikkessels bestehend aus einem Dreiecksventil (in Neutralstellung alle Leitungen verbunden) und drei Arbeitszylindern in Parallelschaltung
2. Arbeitssystem: Außer dem Einfluß des Hydraulikkessels bestehend aus einem Zweiecksventil und zwei Arbeitszylindern (in Reihe geschaltet), mit beidseitiger Kolbenstange)
3. Zeichnen Sie das zu dieser Prinzipskizze gehörende Symbol!



3. Das Hydrauliksystem des Flugzeuges 94

Mit Erhöhung der Fluggeschwindigkeiten und der Fluggenossen sind große Kräfte aufzubringen, um die Anlagen, Steuer- und Landeorgane betätigten zu können. Im Interesse der Flugsicherheit und der Entlastung des Flugzeugführers übernimmt unter anderem das Hydrauliksystem die Funktion der Kraftübertragung. Elektrische Impulse dienen zur Befehlsübermittlung (Schaltung des elektrohydraulischen Ventiles), dadurch erfolgt die Steuerung des Hydraulikverlaufs zu den Arbeitslinien, die die Kraftübertragung vornehmen.

In einem Druckverzweigungssystem wird der notwendige Arbeitdruck erzeugt und konstant gehalten.

Die Inbetriebnahme der Systeme erfolgt durch die Betätigung von Elektroschaltern in der Kabine.

Im Flugzeug existieren zwei getrennte, unabhängige voneinander arbeitende Hydrauliksysteme:

1. Das Hauptsystem
2. Das Verstärkerystem

3.1.

Technische Daten der Hydraulikanlage

- Arbeitsflüssigkeit AMG-10
- Gesamtfaßungsvermögen beider Systeme 36 l
- Aufschlußmenge je Schalter 6,5 l
- Druck der Betriebsbelüftung 0,17...0,26 MPa
- Das Sicherheitsventil der Druckbelüftung ist eingestellt auf einen Druck von 0,29±0,03 MPa
- Maximaler Betriebsdruck bei Nullförderleistung der Pumpe 21,5 - 1,2 MPa
- Förderleistung der Pumpe bei einem Druck von 180 kpm min^{-1} 34 l min^{-1}
- Förderleistung der Pumpe bei einem Förderdruck von 175 kpm min^{-1} mind. 2,5 l min^{-1} (bei 500 min^{-1})
- Öffnungsdruck des Sicherheitsventils 24 + 2,0 MPa
- Motorandruck in den Hydraulikkästen 5 ± 0,5 MPa

- Menge der gespeicherten Flüssigkeit in den Hydraulikkästen
 - im kugelförmigen Hydraulikkästen 11,15 l
 - im zylindrischen Hydraulikkästen 0,83 l
- Zu erhalten der Notpumpe
 - bei einem Druck von 16,5 ± 0,5 MPa
- Sicherheitsmaßnahmen und Wartungsregeln
 - Arbeiten nur an drucklosen Systemen durchführen
 - äußerste Sauberkeit wahren, da die Schieber der Aggregate nur ein geringes Spaltmaueroen und jede Verunreinigung die Funktion hemmt, bzw. zum Auftreten der Steuerelementefehler führt.
 - Deshalb:
 - nur außerordentliche Wartung verwenden
 - Leitungen blindschließen
 - Trennstellen vorher plombieren
 - ausgebauten Teile abdecken
 - Bauteile nur in geschlossenen Räumen austauschen
 - Es ist verboten:
 - Arbeiten durchzuführen, wenn das Fliegerflüssigungsabgebremst wird
 - fiktives Material bei den Arbeiten zu benutzen
 - bei Feststellung von Verunreinigungen oder Metallspänen ist die Filterfähigkeit abzuholzen und das System zu spülten
 - vor dem Einbau neuer Teile sind diese zu entkonservieren
 - zum Spülten der Aggregate ist die Betriebsflüssigkeit zu verwenden
 - nach dem Öffnen von Leitungen und Wechsel von Teilen ist grundsätzlich eine Dichtheitsprobe durchzuführen
 - Leitungen sind bei deren Verbindung durch Gegenhaltern vor Verdrehung zu schützen

3.2.2. Sicherheitsmaßnahmen für Arbeiten am Hydrauliksystem

- das Hydrauliksystem ist als Druckgefäß zu betrachten, es gelten die Bestimmungen der ASAO B40/1
 - aufretende Schäden sind meldepflichtig
 - Mängel sind sofort zu beheben
 - Wartungs- und Reparaturarbeiten dürfen nur an drucklosen Anlagen durchgeführt werden
 - auch wenn das Manometer auf Null steht, ist durch Bewegung des Steuerventilkopfes zu kontrollieren, ob das System drucklos ist
 - Vorausicht beim Entlüften des Hydraulikbehälters (Gas-Luft-Gemisch ist giftig)
 - vor dem Ein- und Ausfahren des Fahrwerkes, der Landeklappe sowie des Kegels ist zu kontrollieren, daß sich keine Personen an den betreffenden Stellen befinden. Die Aufforderungskommandos zum Rücken der gefahrvollen Bereiche müssen an alle im und um Flugzeug beschäftigten ergehen. Ein- und Ausfahren oben genannter Teile ist erst nach Freimachen der betreffenden Stellen und erfolgter Rückmeldung zulässig.
- Es ist verboten:
- während der Kontrolle der Fahrwerksschächte, der Lande- und Bremsklappen, bei vorhandenem Hydraulikdruck im System, in der Kabine zu arbeiten. Befindet sich ein Genosse in der Kabine, hat er sämtliche Tätigkeiten einzustellen und die Hände über den Kabinenrahmen zu legen.
 - Die Bremsklappen für Arbeiten in ihren Nischen mittels Hydraulikdruck auszufahren.
 - vor der Kontrolle der Bremsklappen und ihrer Nischen ist die Kreiselaufsperrre im rechten Fahrwerksschacht zu ziehen und mit der Bodensicherung zu versehen. Danach sind die Bremsklappen von Hand zu öffnen. An der unteren Bremsklappe ist die Kolbenstange des Arbeitszylinders von der Klappe zu trennen.
 - nach Beendigung der Arbeiten ist die Bodensicherung der Kreiselaufsperrre zu entfernen. Ein Flugzeug mit geöffneter Kreiselaufsperrre darf nicht zum Flug freigegeben werden.

3.2.3. Kontrolle der Hydraulikfilter

3.2.3.1. Hängeln für die Kontrolle an Hydraulikfiltern

- Filter sind nur in geschlossenen Räumen auseinanderzunehmen
- Kontrolle des Filtergehäuses auf Risse und Deformationen
- Filtereinsetze sind mit Blindverschlüsse zu versehen
- die Gehäuseteile und Filtereinsetze sind in Waschbecken oder in der Arbeitsflüssigkeit zu waschen
 - beim Waschen sind keine Lappen oder fasernde Materialien zu verwenden
 - Gehäuseteile und Filterelemente werden mit Druckluft abblasen, oder im Trockenschrank getrocknet

3.2.3.2. Demontage, Kontrolle und Montage der Hydraulikfilter

- Die Hydraulikfilter werden periodisch auf ausgetretenen und Verschmutzung kontrolliert, um die unverhältnismäßige Arbeitweise des Hydrauliksystems zu gewährleisten.
- Ausbau des Filters aus dem Flugzeug:
- Kontrolle, ob Hydraulikdruck Null ist
 - vorbergende Maßnahmen treffen, damit Hydraulikflüssigkeit bei den Montagearbeiten nicht in die Flugzeugauslastung fließt
 - Leitungsaanschlüsse lösen, bevor die Halterung des Filters geöffnet wird
 - nach dem Ausbau des Filters sind die Leitungen und Anschlüsse des Gehäuses blindzuschließen
 - nur Demontage ist nur einwanriziges Werkzeug zu verwenden

Kontrolle des Filtergehäuses:

- Filterlocke vom Gehäuse abschrauben
- Filterlocke abnehmen und Einsatz entfernen
- Filtereinsetz auf saubere Unterlage ablegen
- Filterlocke und Gehäuse in Waschbecken spülen und mit Druckluft ausblasen
- Kontrolle auf mechanische Beschädigungen an beiden Teilen durchführen

- Zustand der Gummidichtung kontrollieren

Kontrolle des Filtereinbaus:

- Filtereinheit in sauberes Waschbenzin tauchen und mit einem Pinsel nach unten in einer Richtung abblasen
- Kontrolle des Filtereinbautes auf mechanische Beschädigungen
- Kontrolle der Durchflussmenge/Zeiteinheit mit Spülprüfvorrichtung

Filtermontage:

- Filtereinheit in das Gehäuse einsetzen und Filterglocke ausschrauben

Achtung: Sitz der Dichtmasse einstreichen

Kontrolle der inneren Dichtigkeit auf dem Prüfstand:

- Zwischen Filtergehäuse und Filterglocke darf keine Hydraulikflüssigkeit austreten
- Hydraulikflüssigkeit austretend an den Filter mit Hand ausschrauben, dann Halterung des Filters um Filter festigen, jetzt erst Leitungsoberleitung festanzuschrauben

Dichtheitskontrolle am Flugzeug:

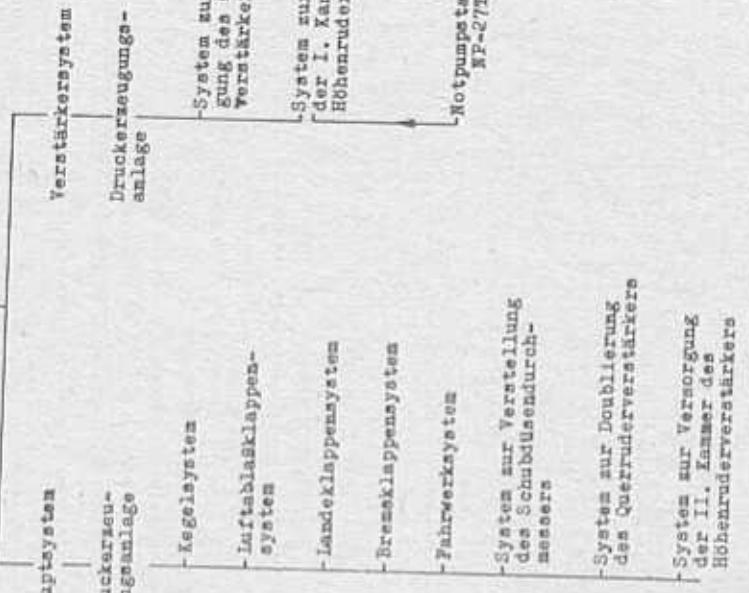
- UPG-250 anzuholen, bei vorhandenem Arbeitsdruck ($p = 21,5 - 1,2 \text{ MPa}$) im Hydrauliksystem darf an den Leitungserbindungen keine Hydraulikflüssigkeit austreten
- nach erfolgter Dichtheitskontrolle Hydraulikdruck abschließen

Stoßkontrolle:

- nach unerfolgten Abschlußarbeiten (Sicherungen) Sichtkontrolle um Filter durchführen, vollständigen Abschluß der Arbeiten kontrollieren

3.3. Gliederung der Hydraulikanlage

Hydraulikanlage



3.4.

Das Hydraulikhauptsystem

Das Hydraulikhauptsystem dient zum Ein- und Ausfahren der Fahrwerke, Landeklappen, Bremsklappen, zum Steuern der verstellbaren Schubdüse, der Luftablassklappen, des Luftteintrittskegels und zum automatischen Bremsen der Räder beim Einfahren der Fahrwerke. Es wirkt auf eine Kammer des Hydraulikruderverstärkers der Höhensteuerung und dient zur Doublierung der Hydraulikruderverstärker der Querrudersteuerung bei Australl des Verstärkersystems. In einer Druckerzeugungsanlage wird

durch die Förderung der notwendigen Flüssigkeitsmenge der erforderliche Arbeitdruck erzeugt und konstant gehalten.

3.4.1. Die Druckerzeugungsanlage

3.4.1.1. Aufgaben

Die Druckerzeugungsanlage hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Speicherung der notwendigen Flüssigkeitsmenge
- die Arbeitssysteme in allen Fluglagen, -höhen und unter allen Bedingungen mit der notwendigen Flüssigkeitsmenge zu versorgen und somit den Druck konstant zu halten
- die Flüssigkeit zu reinigen
- das System vor Überlastung zu schützen
- ein trägeheitsfreies Arbeiten des Systems zu gewährleisten und Druckimpulse auszugleichen

3.4.1.2. Aufbau

- 27 Außenbordschluss (Sang.), 28 Pumpe MPAN-1T,
- 29 Druckgeber XDP-50/250, 27 Betankungsstutzen,
- 51 Be- und Entlüftungsstutzen, 62 Nehältar

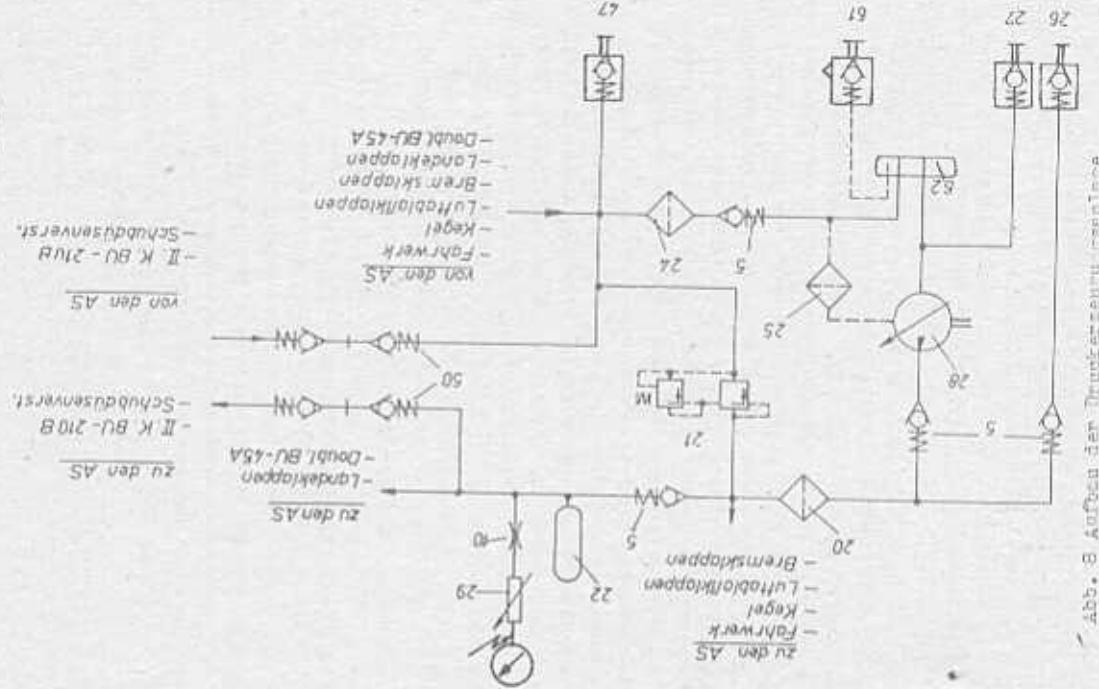


Abb. 8 Aufbau der Druckerzeugungsanlage

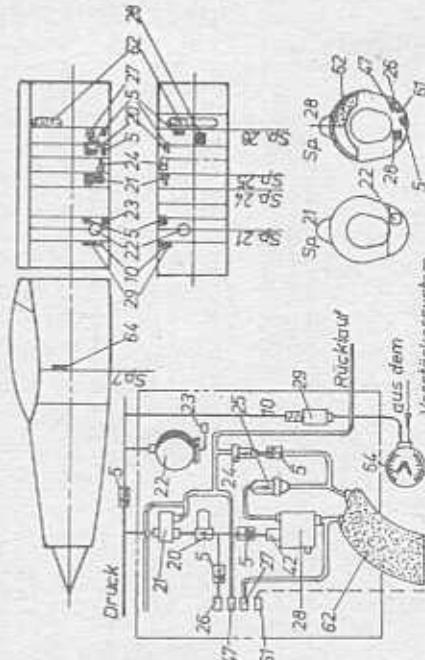


Abb. 7 Lage der Bauteile im Flugzeug

- 5 Rückenschlagventil, 10 Drossel, 20 Filter PG1SN-1,
- 21 Sicherheitsventil GA-186M, 22 kugelförmiger Hydraulikku, 23 Auffüllventil, 24 Rücklauffilter,
- 25 Filter 11G4SN-1, 26 Außenbordschluss (Druck),

3.4.1.3. Arbeitsteweise

Durch die Zuschaltpumpe RP34-17 mit regelbarer Förderleistung wird die Flüssigkeit dem Behälter entnommen und dem System zugeführt, dabei wird der Druck von 21,5-1,2mpa ($215 \cdot 12 \text{ kpm}^{-2}$) erzeugt.

Techn. Pausieren des Rückschlagventils 5, das die Hydraulikflüssigkeit nur in einer Richtung durchlässt, strömt sie in das Filterelement FG15M-120.

Die gefilterte Flüssigkeit gelangt dann:

- in die Hydraulikkumulatorn, hier fließt auf und bildet einen Vorrat hydraulischer Energie
- an den Geber des Manometers ADP-50/250 über die Trosse,
- die die Druckpulsation mindert
- an die Wegeventile der Arbeitskreise
- an den Hydraulikkraftverstärker SU-2100 der Hebeleinstellung
- an die Querkraftverstärker SU-45A, bei getrenntem Sperrventil GA-190B
- an die Druckschalter GA-135 T

Durch ständige Druckauftrieb an die Wegeventile der Arbeitskreise und die Hydraulikkraftverstärker der Flugzeuggetrieberäume wird die Betriebsbereitschaft der Anlage gewährleistet. Bei Erreichen des maximalen Arbeitsdruckes stellt der Fördermechanismus der Pumpe diese auf minimale Leistung.

Über den Regler der Pumpe erfolgt ein Überschreiten der Hydraulikflüssigkeit in die Zirkulationsleitung und somit in den Rücklauf. Beim Durchströmen der längeren Zirkulationsleitung wird die Flüssigkeit gekühlt und gelangt durch ein Filterelement 11G48N-1 gereinigt in den Behälter.

Die bei Betrieb der Arbeitskreise in den Hydraulikkbehälter zurückfließende Hydraulikflüssigkeit wird durch den Rückschlagfilter 24 gereinigt. Hinter dem Filter ist ein Rückschlagventil 5 angebracht, das ein Zurückfließen der Hydraulikflüssigkeit aus dem Behälter, bei Entfernen des Filters zu kontrollieren, verhindert.

Bei der Inbetriebnahme des Hydrauliksystems am Boden wird das Außenborndrückgerüst UFG-250 an den Drucksätzen 26 und 27 der Hydraulikpumpe angeschlossen. Bei den Funktionsproben der Arbeitssätze muss in jedem Fall das Druckbelüftungssystem angeschlossen werden, indem die

Leitung vom Außenborndrückgerüst mit dem Druckbelüftungsstutzen 61 verbunden wird und Druck erzielt. Das Sicherheitsventil Ga-156M verbindet bei Druckansetzung im System über 240,5 mPa die Druck- mit der Rücklaufleitung und schützt somit das System vor Überlastung.

3.4.1.4. Bauelemente der Druckerzeugungsanlage

H y d r a u l i k b e h ä l t e r

Der Hydraulikkbehälter ist eine zentrale Elementkonstruktion aus dem Werkstoff ALG-3U-D15.

Durch eine hermetische Trennwand 1 wird der Behälter in zwei Abteilungen getrennt - in die Abteilung des Verstärkungssystems und die des Hauptsystems. Beide Behälterhälften sind im Aufbau gleich. Durch eine Trennwand 2, die mit Ventilen versehen ist, werden die Abteilungen in zwei Blume unterteilt. Der untere Raum dient zur sicheren Versorgung der Pumpe während den Flugphasen. Der Ventil mit dem grünen Durchmesser und der schwachen Feder 3 dient nach unten. Durch dieses wird der untere Raum so gefüllt, indem der Druck der Fluggetriebezähne die Pedalkraft überwindet. Die aus dem unteren Raum zu vorliegende Luftröhre entweicht durch das Entlüftungsrührloch 4. Beim Rückenflug wird ein Überströmen der Hydraulikflüssigkeit aus dem unteren Raum in den oberen durch die Ventile der Trennwand verhindert, wobei das Ventil mit der schwachen Feder 3 durch den Hydraulikdruck und das kleine Ventil 5 durch die Wirkung der starken Feder geschlossen werden. Bei Druckanstieg in diesem Raum, infolge Zuführung von Flüssigkeitsmasse aus dem System, wird der Überschuss durch das Ventil mit der starken Feder 5 abgeleitet. Das Entlüftungsrührloch 4 am oberen Ende eine Öffnung von 3 mm Durchmesser, dehnhalt ist bei Rückenflug die zurückliegende Hydraulikmenge aus dem unteren in den oberen Raum unbedeutend. Der Ansatzstutzen 6 besitzt ein Rohr mit einem Schieber, über den die Hydraulikflüssigkeit aus dem unteren Raum der Abteilungen bei beliebiger Last des Behälters entnommen werden kann.

Beide Abteilungen sind durch ein Überströmrohr 7 miteinander verbunden, das zum Ausgleich der Flüssigkeitsgeleistelegel bei Überfüllung einer Abteilung dient.

Kontrolle des Standes und Nachfüllen von Hydraulikflüssigkeit

Die Kontrolle des Flüssigkeitsstandes erfolgt durch die Schaugläser des Behälters. Dazu sind die Handlochdeckel rechts und links im Rumpf, am Spant 26 oben, zu öffnen.

Der Flüssigkeitsspiegel muß bei ausgerahmtem Fahrwerk, eingefahrenen Luftabblattklappen, Bremseklappen, Landeskappen und eingeschlagenem Kegel zwischen der Hülse des Schauglases und der Unterkante, bzw. bei Behältern mit zwei Marken zwischen diesen stehen. Sollte zu wenig vorhanden sein, muß mit dem Aufüllgerät nachgefüllt werden.



Abb. 9 Hydraulikbehälter

- 1 Trennwand des Bohrtors, 2 Trennwand mit Ventilen,
- 3 Ventil, 4 Entlüftungsrohr, 5 Ventil, 6 Saugstutzen,
- 7 Überströmrohr, 8 Notbetankungsstutzen, 9 Rücklaufstutzen, 10 Schauglas

Das Schauglas besteht aus einem in eine Hülse eingesetzten Glasrohrchen. An der Hülse sind die Markierungen zur Bestimmung des normalen Hydraulikflüssigkeitsempfanges angebracht. Die Betankung des Behälters erfolgt durch eine geschlossene Druckbetankungsanlage über die dafür vorgesehenen Außenbohrstellen. Sollte diese Anlage nicht vorhanden sein, kann die Fülligkeit über den Notbetankungsstutzen 8 aufgefüllt werden.

Technische Daten des Hydraulikbehälters:

- Gesamtfassungsvermögen der Abteilung des Hauptsystems 10,5 l
- Gesamtfassungsvermögen der Abteilung des Verbinderystems 7,2...8 l
- Anfüllmenge je Abteilung 6,5 l
- Druck bei Festigkeitsprobe 0,6 MPa
- Berstdruck 1,2 MPa

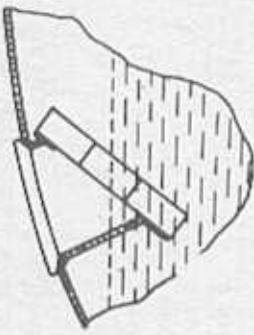


Abb. 10 Schauglas mit zwei Marken

Das Auffüllen der beiden Hydrauliksysteme erfolgt im geschlossenen Druckbetankungsverfahren über je einen Aufüllstutzen in den Räumen der Außenbordeinschüsse. Die Hydraulikfüllung wird dabei mit einem Druck von 0,3 bis 0,4 MPa in den Behälter des Flugzeuges gedrückt.

Das Nachfüllen wird in folgender Reihenfolge vorgenommen:

1. Druck im System auf Null senken, indem der Steuerknüppel durch Ziehen und Drücken bewegt wird. Die Lande- und Bremseklappen müssen dabei eingefahren sein.
2. Handlochdeckel der Schaugläser und Luken der Nischen der Außenbordeinschüsse öffnen.
3. Durch Betätigung des Entlüftungsventils den Luftdruck vom Behälter ablassen.
4. Blinkklappen von den Aufüllstutzen entfernen, Auffüllstutzen schließen und Aufüllgerät anschließen.
5. Wenn notwendig beide Räume des Behälters nachfüllen.
- Während des Auffüllens den Behälter ernüht entlüften.
- Den Flüssigkeitsspiegelstand an den Markierungen der Schaugläser kontrollieren.

7. Schließe des Aufzüllerates abnehmen, die Blindverschlässe auf die Stutzen schrauben und sichern. Handlochdeckel und Luken schließen.

Wenn in beständeren Fällen kein Betankungsgerät zur Verfügung steht (Landing auf derblos eines Flugplatzes), ist es aufnahmeweise zulässig, die Hydraulikpumpe in offener Verfahren über die Notbetankungssättzten zu füllen.

Hydraulikpumpe HPM-1T

Die Hydraulikpumpe ist im Gerüstträger des Liebewerkes angebracht und wird mit konstantem Übersetzungsverhältnis angetrieben. Sie erzeugt den erforderlichen Arbeitdruck und versorgt die Arbeitssysteme.

Technische Daten:

- Bauform Axialkolbenpumpe mit verstellbarem Förderstrom

- Anzahl der Kolben 9 Stück
- Kolbendurchmesser 9 mm

- Pumpendurchfluss mindestens (min) 500 min^{-1}
maximal (max) 4000 min^{-1}

- Drehrichtung rechts drehend
- maximaler Betriebsdruck am Ende der Betriebsperiode der Pumpe bei einer Förderleistung von 0 l min^{-1}

a) bei elkrar Betriebstemperatur der Flüssigkeit von $20 \pm 5^\circ\text{C}$ bis 40°C

b) bei einer Betriebstemperatur der Flüssigkeit von $100 \pm 3^\circ\text{C}$ bis 190°C

- Druck am Ringgang der Pumpe bei einem Druck von 10 MPa

- Förderleistung der Pumpe bei einer Temperatur der Flüssigkeit von $+20 \pm 5^\circ\text{C}$

- zu Beginn der Nutzung mind. 34 l min^{-1}

- am Ende der Nutzung 36 l min^{-1}

- Förderleistung der Pumpe bei einer Temperatur der Flüssigkeit von $+20 \pm 5^\circ\text{C}$

- zu Beginn der Nutzung mind. 34 l min^{-1}

- am Ende der Nutzung 36 l min^{-1}

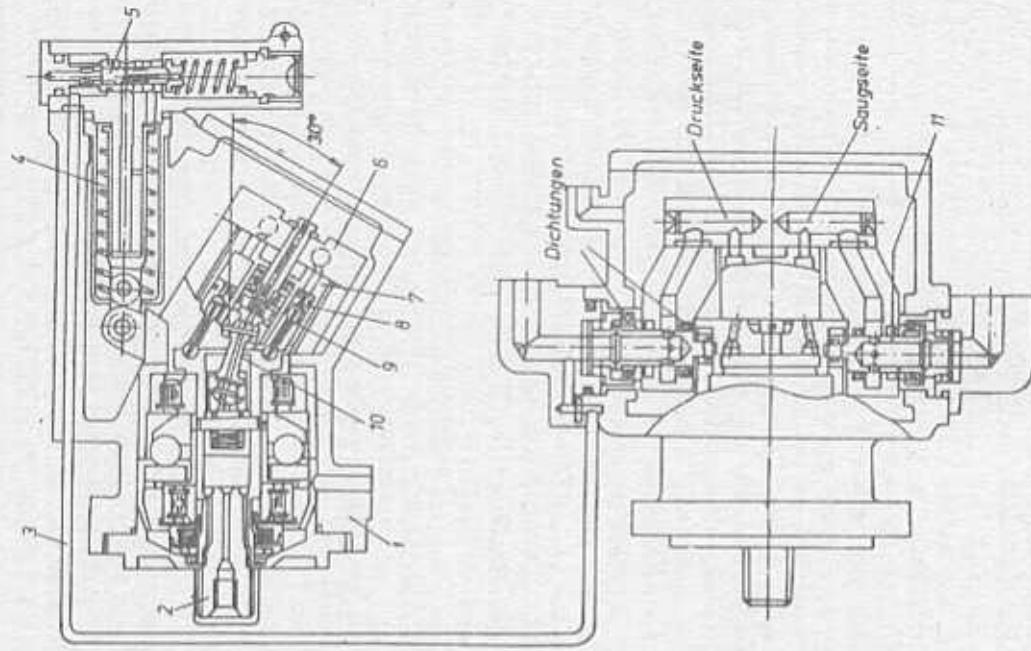


Abb. 11 Hydraulikpumpe HPM-1T

- 1 Pumpengehäuse, 2 Pumpenwelle, 3 Steuerleitung
- 4 Steuermotor, 5 Steuerschieber, 6 Steuerring, 7 Pumpenmotor, 8 Kolben, 9 Stößel, 10 Kardanwelle,
- 11 Lagerspangen

Aufbau und Arbeitsweise
Die Pumpenwelle 2 ruht auf drei Lagen. Das in der Mitte befindliche Lager nimmt die axiale Kraft auf. Die Drehmomente werden von der Pumpenwelle über eine Kardanwelle 10 an den Pumpenmotor 7 übertragen, der in einem verstellbaren Block untergebracht ist. Der Pumpenmotor ist mit neuem Zylinderbohrungen versehen, in denen sich die Kolben 8 bewegen.

Die Kolben sind über die Stufen 9 mit einem Ring verbunden, der sich zusammen mit der Antriebswelle dreht. Der Block ist auf die Zapfen 11 aufgesetzt, dieses ermöglicht ein Schwenken des Rotors um 30° zur Wellenachse.

Beim Drehen der Welle gleitet die Stirnfläche des Pumpenrotors über die polierte Oberfläche des Steuerspiegels 6 und wird durch Zirkulations- und Feuerdruck an diese angepreßt. Die Zylinderbohrungen werden nacheinander entweder mit der Druck oder Saugseite des Steuerspiegels verbunden.

Da die Achse des Pumpenmotors in einem bestimmten Winkel zur Antriebswelle liegt, so vollführen die Kolben 8, bei Drehung der Welle und des mit ihr verbundenen Pumpenrotors, in den Zylinderbohrungen eine Vor- und Rückbewegung.

Dabei wird in den Bohrungen, aus denen die Kolben (von rechts nach links) herausgezogen werden, die Hydraulikflüssigkeit aus der Saugleitung angesaugt. In den Bohrungen, in die die Kolben gedrückt werden, wird Hydraulikflüssigkeit über die entsprechende bogentragende Ausführung in die Druckleitung über die Steuerleitung 3 zum Fördermengenregler, der in Abhängigkeit von der Größe des Druckes den Einstellwinkel des Rotors, den Hub der Kolben und dementsprechend auch die Förderleistung der Pumpe kontrolliert.

Die Veränderung des Ziehungswinkels des Blocks wird durch Steuercylinder 4 des Fördermengenreglers gewährleistet. Bei Druckanstieg auf über 10 MPa beginnt der Steuerschieber 5 seine Stellung zu verändern, wodurch die geclichte Pfeil zusammendrückt wird. Die Hydraulikflüssigkeit gelangt dabei in den Zylinder des Fördermengenreglers, der den Neigungswinkel des Rotors verringert. Bei einem Druck von $21,5 \pm 0,5$ MPa liegt die Achse des Rotors fast waagerecht zur Antriebswelle.

Ein weiterer Druckanstieg wird durch das Anlassen der Flüssigkeit über die Bohrungen des Zylinders 4 in die Zirkulations-Rücklaufleitung verhindert. Diese Lage des Pumpenrotors entspricht der Nullförderleistung der Pumpe. Bei dieser Betriebsart ist ein ständiger Rücklauf

von $2 \dots 2,5 \text{ l min}^{-1}$ in die Zirkulationsleitung vorgesehen, der zur Kühlung der Pumpe genutzt wird. Bei Betätigung des Systems füllt der Druck, die gesuchte Feder versteift den Steuerschieber 5 des Fördermengenreglers in Ausgangslage, wobei der Druck aus dem Zylinder 4 über den Steuerschieber 5 abgelassen wird. Durch die Rückholfeder des Fördermengenreglers wird der Block mit dem Pumpenmotor auf Erhöhung der Förderleistung gestellt.

F i l t e r

1. P U 11 S E - 1

Das Filter PU 11 S E - 1 ist in die Druckleitung eingebaut und reinigt die Hydraulikflüssigkeit von Fremdteilchen. Der hydraulische Widerstand beträgt bei einem Durchfluß von 30 l min^{-1} und einer Flüssigkeitstemperatur von $+20^\circ\text{C}$ höchstens $0,25 \text{ kp m}^{-2}$.

Das Überströmventil 1 öffnet bei einem Druckgefälle von $0,9 \pm 0,1 \text{ MPa}$. Das Feinfilterelement besteht aus einem feinmaschigen Nickelsieb. Der Grobfilter ist aus einem Rohr, welches mit Bohrungen versehen und mit dünnem Profildraht umwickelt ist, gestaltet.

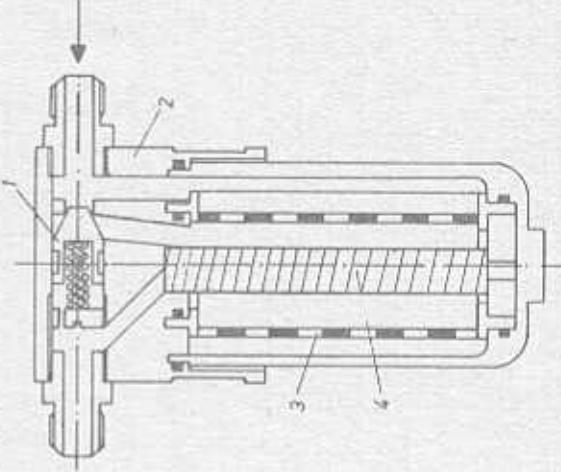


Abb. 12

Filter PU 11 S E - 1

- 1 Überströmventil
- 2 Gehäuse
- Filterdeckel
- Filterglocke
- 3 Feinfilter
- 4 Grobfilter

Das Filter ist so gestaltet, daß die im Eintrittsstutzen eckommende Hydraulikflüssigkeit in die Filterlocke gelangt, den Feinfilter passiert, durch das Großfilterelement strömt und über den Austrittsstutzen in das System gelangt.

Bei Verstopfung des Feinfilters und Vergrößerung des Druckgefälles öffnet das Überströmventil und die Flüssigkeit gelangt nur über den Großfilter zum Austrittsstutzen.

2. 1102551-1

Dieses Filter dient zur Feineinigung der Hydraulikflüssigkeit AUS-10 vom Grundabzugsloch.

Die maximale Durchlässigkeit beträgt 10 l min^{-1} .

Der hydraulische Widerstand des sauberen Filters kann max. $0,15 \text{ MPa}$ betragen.

Das Druckgefälle zum Öffnen des Überströmventils 1 entspricht $0,7 \pm 0,1 \text{ MPa}$.

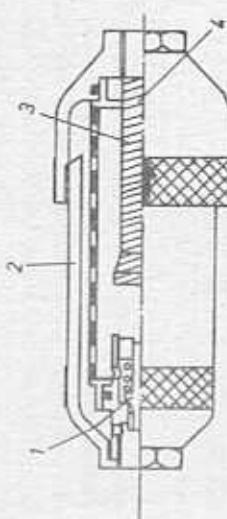


Abb. 13 Filter 11 0F551-1
1 Überströmventil, 2 Gehäuse, 3 Feinfilter,
4 Großfilter

Die Verbindungsstelle des Gehäuses ist durch einen Gummiring abgedichtet. Der Feinfilter besteht aus einem geriffelten Nickelsieb mit Stahlinfusierung. Im Sieb befindet sich ein Griffloch. Der Großfilter besteht aus einem Rohr mit Längsrille und Bohrungen sowie aus Profildraht, der um das Rohr gewickelt ist.

Die Hydraulikflüssigkeit gelangt über die Eintrittsöffnung in das Filterinnere. Nach Passieren der Zwischenwand des Feinfilters strömt die Flüssigkeit durch den Großfilter zum Austrittsstutzen.

Bei Verstopfung des Feinfilters und einem Druckgefälle zwischen dem Ein- und Austrittsstutzen von $0,7 \pm 0,1 \text{ MPa}$

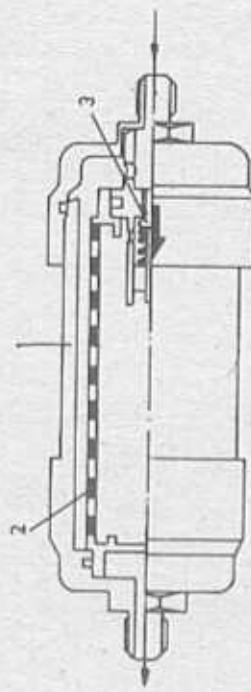


Abb. 14 Rücklauffilter

1 Gehäuse, 2 Feinfilterelement, 3 Überströmventil
Die Hydraulikflüssigkeit tritt von rechts in den Filter, gelangt in das Gehäuse, tritt durch das Feinfilter und strömt zum Austrittsstutzen.
Ist der Feinfilter verstopft entsteht ein Druckgefälle. Beim Erreichen von $0,7 \pm 0,1 \text{ MPa}$ öffnet das Überströmventil und die Hydraulikflüssigkeit wird ungefiltert in den Behälter zurückgeführt.

Das Filterelement besteht aus einem Nickelsieb, wie beim Filter 1102551-1.

Sp. 25 Sp. 27

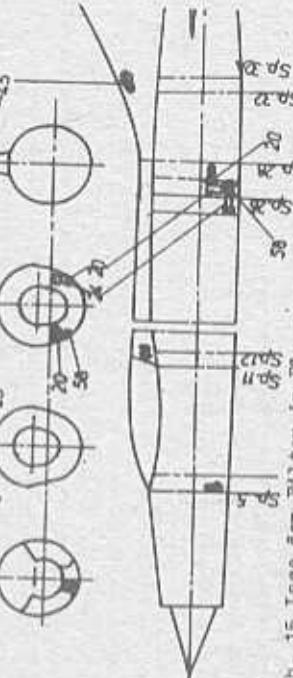


Abb. 15 Lage der Filter im Flugzeug

Sicherheitsventil

Das Sicherheitsventil hat die Aufgabe, die Hydraulikflüssigkeit bei einem Druckanstieg im System über 24 MPa, aus der Druckleitung, über die Rückleitung, in den Behälter zurückfließen zu lassen.

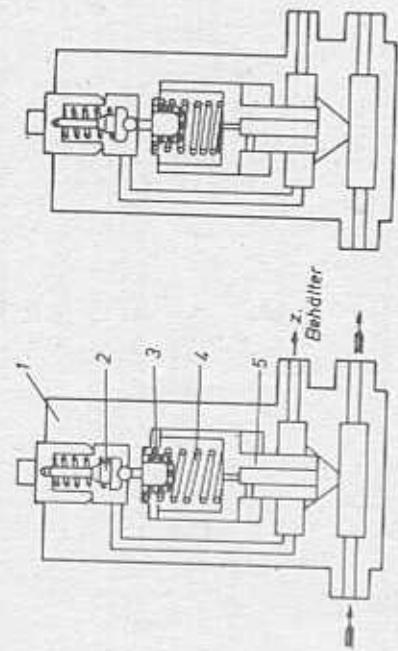


Abb. 16 Sicherheitsventil GA-196M

- 1 Gehäuse, 2 Sicherheitsventil, 3 Filter,
- 4 Feder, 5 Ablauftülle

Bei unzureichendem Druckanstieg in der Druckleitung, bei dem der Bedarfsdruckrand des Sicherheitsventils 2 überwunden wird, öffnet das Kugelventil und lässt Hydraulikflüssigkeit ab. Ist eine weitere Druckerhöhung vorhanden, nimmt der Fließquerdurchmesser 5 mit dem darüberliegenden Raum unterhalb des Ablauftunnels 5 mit dem darüberliegenden Raum verbunden ist, wird ein Druckunterschied zwischen den Räumen erzeugt. Ist das Druckgefälle so groß, dass die Feder 4 nachgibt, löst sich das Ablauftülle 5 vom Sitz und lässt die Hydraulikflüssigkeit zum Behälter zurück.

Bei einem Druckabfall auf 20 MPa schließt das Sicherheitsventil 2. Gleichzeitig kommt es zum Druckausgleich zwischen den Räumen des Ablauftunnels und die Feder 4 führt das Ventil auf den Sitz zurück, wobei der Rücklauf der Flüssigkeit unterbrochen wird.

Kugelförmiger Hydraulikkalku

Der kugelförmige Hydraulikkalku hat die Aufgabe bei arbeitendem System Hydraulikflüssigkeit unter Druck zu speichern und bei größerem Bedarf an das System abzugeben. Außerdem dient er zur Minderung und Dämpfung von Druckimpulsen und hydraulischen Schlägen.

Er hat Einfluss auf die Arbeit folgender Systeme:

- Verstellung des Schubstaudendurchmessers
- Versorgung des Höhenradverstärkers SU-210 D
- Doppelierung des Quersteuerverstärkers SU-45A
- Landeklapponsystem

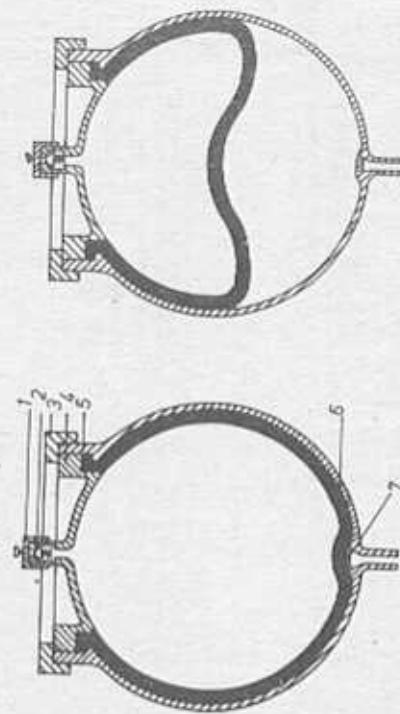


Abb. 17 Kugelförmiger Hydraulikkalku

- 1 Blindtülle, 2 Auffüllventil, 3 Überwurfmutter,
 - 4 Deckel, 5 Gehäuse, 6 Gummiblase, 7 Schutzhülle
- Über das Auffüllventil wird in die Gummihülse Stielrohr mit einem Druck von $5 + 0,5$ MPa gefüllt. Die von unten in das Gehäuse eintretende Flüssigkeit drückt die Gummihülse zusammen und verdichtet den in ihr befindlichen Stoff. So wird bei einem Hydraulikdruck von 21,5 MPa im Akku eine Flüssigkeitsmenge von 1,15 l gespeichert. Bei der Entlastung dieses der drei genannten Systeme kommt es zum Druckabfall in der Hydraulikleitung. Der Stielrohr dient sich aus und drückt die Gummihülse einsammler, wobei die Hydraulikflüssig-

Kheit den Systemen zugeführt wird und einen zu starken Druckabfall verhindert.

Rückschlagventil

Ein Rückschlagventil lässt die Hydraulikflüssigkeit nur in einer Richtung durch. Die Durchflußrichtung ist auf dem Gehäuse durch einen Pfeil gekennzeichnet. Im Hydrauliksystem werden mehrere Rückschlagventile gleicher Art verwendet, die sich lediglich im Durchlaßquerschnitt unterscheiden. So können Ventile mit den Nennweiten 4, 6, 8, 10 und 12 mm Verwendung finden.

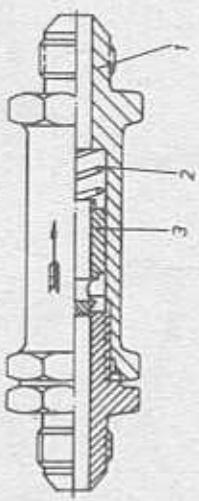


Abb. 18 Rückschlagventil
1 Gehäuse, 2 Ventilfeder
3 Ventilkörper

Ein Rückschlagventil wird dort eingesetzt, wo ein Flüssigkeitsdurchlauf nur in einer Richtung zugelassen werden darf.

Bei Druckabfall vor dem Ventil hält es den Druck in dem von ihm abgetrennten Raum aufrecht und lässt ein Auftreten von Flüssigkeit aus diesem Raum bzw. Teilsystem nicht zu.

ACHTUNG!

Beim Einbau eines Rückschlagventils genau auf Übereinstimmung der Pfeilrichtung am Gehäuse mit der den Arbeitsbedingungen entsprechenden Durchflußrichtung der Hydraulikflüssigkeit achten.

Trennventile

Die Trennventile ermöglichen ein schnelles Trennen von Rohrleitungen bei gleichzeitigen Verschluß beider Leitungsenden, wodurch ein Ablassen der Hydraulikflüssigkeit erspart und das Abfließen aus dem System verhindert wird. Im Hydrauliksystem sind vier Trennventile eingesetzt, zwei im Hauptsystem und zwei im Verstärkersystem. Sie befinden sich in den Zuleitungen zum Heck und liegen am Spannt 28 rechts und links. Beide Trennventile bestehen aus zwei Rückeschlagventilen (I und II), die mit der Überwurfmutter 2 verbunden werden und sich dabei gegenseitig öffnen.

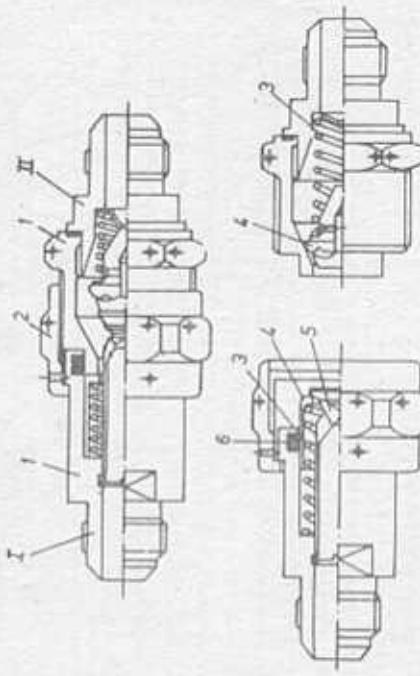


Abb. 19 Trennventile
1 Gehäuse, 2 Überwurfmutter, 3 Feder, 4 Ventil,
5 Ventilmitz, 6 Dichtung

Wird die Überwurfmutter 2 gelöst, drücken die Federn 3 die Ventile auf den Sitz und verhindern somit den Austritt von Flüssigkeit. Die Verbindungsstellen beider Ventile wird durch einen Gummiring 6 abgedichtet.

Aufbau, die unterscheiden sich nur im Durchflusquerschnitt.

Außenbordanschlüsse

Im Hydrauliksystem sind am Spant 28 vier Außenbordanschlüsse angebracht:

- Auffüll- oder Betankungsstutzen
- Druckanschluß
- Saugstutzen
- Be- und Entlüftungsventil

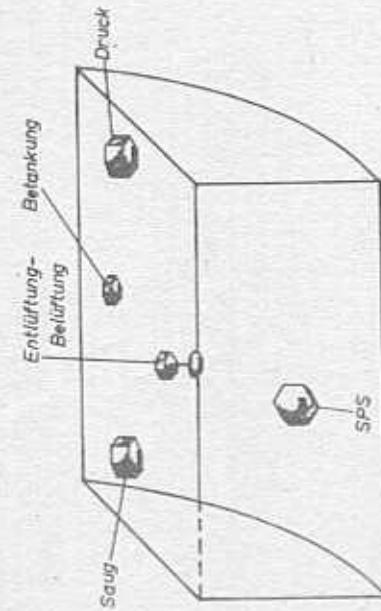


Abb. 20 Lage der Anschlüsse im Rumpf rechts

1. Betankungsstutzen

Der Betankungsstutzen dient zum Anschluß des Auffüllgerätes bei geschlossener Druckbetankung. Er besteht aus dem Ventil, welches an der Zelle befestigt ist und dem Blindverschluß.

Bei der Betankung wird das Rückschlagventil durch den Aufdruck geöffnet und lässt die Hydraulikflussrichtigkeit im Behälter gelangen.

2. Druck- und Sauganschluß

Sie dienen zum Anschluß des Außenborddruckergetes UPG-250 bei Funktionskontrolle des Hydrauliksystems. Sie bestehen aus Rückschlagventilen, die beim Anschluß des Schlauches des UPG-250 überdrückt werden und den Durchfluß freigeben.

Saug-, Druck- und Betankungsstutzen haben den gleichen

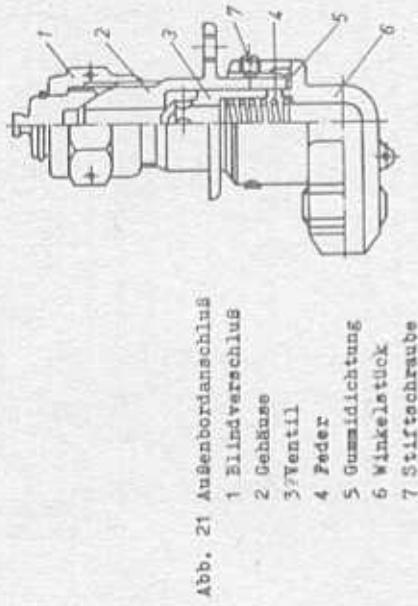


Abb. 21 Außenbordanschluß

Vor dem Anschluß des Außenborddruckgerätes ist der Blindverschluß zu entfernen. Die Überwurfmutter des Schlauchs ist auf das Gewindestück aufzusetzen und von Hand anzuschrauben, dabei wird das Ventil im Außenbordanschluß geöffnet und der Durchfluß freigegeben.

Beim Abnehmen des Schlauches schließt die Feder das Ventil auf dem Sitz und sperrt somit die Leitung. Der Stutzen wird danach wieder mit der Blindkappe versehen und mit Konterdraht gesichert.

3. Be- und Entlüftungsventil

Dieses Ventil erfüllt zwei Funktionen. Es ist Auffüllstutzen für die Druckbelüftung des Behälters bei der Inbetriebnahme des Hydrauliksystems durch ein Außenborddruckgerät. Weiterhin dient es zum Entlüften des Behälters beim Auffüllen mit dem geschlossenen Druckbetankungssystem.

Bei Betätigung des Druckknopfes 1 verschiebt der Stoßel 2 das Ventil 4, somit wird der obere Raum des Hydraulikbehälters mit der Atmosphäre verbunden.

Nach Abschrauben der Überwurfmutter 3 kann der Stoßel 2 entfernt, und somit die Belüftungsleitung angegeschlossen werden.

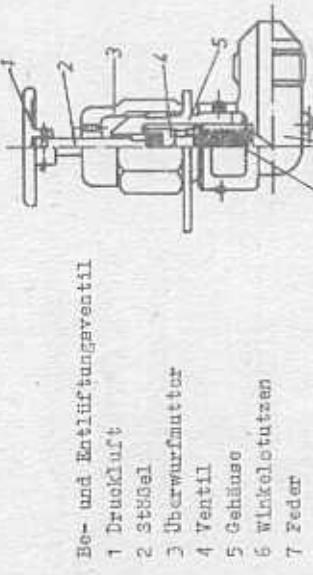


Abb. 22 Be- und Entlüftungsventil

1 Druckluft

2 Stößel

3 Überwurfmutter

4 Ventil

5 Gehäuse

6 Wirkkolbensitz

7 Feder

Elektrische Druckanzeigegerät

Das elektrische Druckanzeigegerät ZKDZM-250A dient zum Messen und nur Anzeige des Hydrauliksystems vorhandenen Druckes.

Es besteht aus dem Geber KDP-50/250 und einem Zweizeigerneingeschalt-U2-250A. Der Geber ist im rechten Radnachricht untergebracht und misst den Druck im Funktionsbereich des kugelförmigen Hydraulikkonus. Er ist mit einem Dämpfer ausgestattet, der eine Mehrwertbeobachtung durch Druckimpulse ausschließt.

Der Geber formt den Hydraulikdruck durch Verstellung eines Potentiometers und Verstellung der abgeschlossenen Brückenschaltung in ein elektrisches Signal um, das an das Anzeigegerät gelangt und in den proportionalen Zeitschaltung umgesetzt wird.

- Druckmeßbereich

5...25 MPa

10...22 MPa

5,10,15,20,25 MPa

mit der Größe des Verdichtungsverhältnisses η_v zugrunde.

3.4.2.2 Kegelsystem

3.4.2.1 Allgemeine Aufgaben und Funktion

Das hydraulische Arbeitssystem hat die Stellung des Kegels so zu verändern, daß eine stabile Arbeit des Eingangsteiles und des Triebwerkes bei allen Flugzuständen gewährleistet ist.

Das Kegelsystem wird mit dem Schalter "Steuerung des Kegels" eingeschaltet. Dies automatische Betrieb über das System UWD-ZM liegt das Prinzip der Übereinstimmung der Kegelstellung

$\eta_v = \frac{P_2}{P_1}$

P_2 = absoluter statischer Druck hinter dem Verdichter

P_1 = absoluter statischer Druck vor dem Verdichter

Die eingeschaffene Stellung des Kegels entspricht dem

Maximalwert $\eta_v = 11,15$.

Den Minimalwert $\eta_v = 4,15$ entspricht die voll ausgefahrenen Stellung.

Der zwischen den beiden Werten zurückgelegte Weg beträgt 200 mm und wird auf dem Anzeigegerät in % angegeben. Bei der automatischen Steuerung wird der Kegel proportional der Veränderung von η_v bewegt. Die automatische Kegelsteuerung wird durch einen Endschalter blockiert und arbeitet nur bei eingefahrenem Fahrwerk. Zur Kontrolle des Systems am Boden wird die Blockierung beim Drücken des Knopfes zur Signalleuchtenkontrolle an der Tafel

(75 kpcm^{-2}) abgedrückt.

Rohrleitungen werden gebündelt mit Rohrschellen befestigt. Die Rohrschellen dienen zur Verbindung und Verseifung der Rohrbündel untereinander bzw. zur unmittelbaren Befestigung der Rohrleitung an Konstruktionslementen.

Die für die Aufnahme der Rohrleitungen vorgesehenen Sitze in den Schellen sind mit Kunststoffeinlagen versehen. Mit Ausnahme der beiden Ansaugschläuche, die von den Behälterstützen zu den Pumpen verlaufen, sind im Hydrauliksystem keine weiteren Schläuche vorhanden.

EPS-2MK aufgehoben. Bei Flügen mit gekrümmten Bahnen, also mit ausgeschlagenem Stabilisator, wenn die anströmende Luft mit einem bestimmten Winkel zur Achse des Kegels auftrifft, gewährleistet das System des IWD-2M eine Korrektur der Kegelstellung.

Bei Ausfall der Automatik kann auf manuelle Steuerung umgeschaltet werden, dann ist der Betriebsartenwahlschalter "Automat - Hand" vorhanden.

Steuerknüppel	Radierausschlag	es schaltet	zusätzl. Fahrt
Ziehen	1. $-110^{\circ} \pm 30'$	KWH - 9A Nr. 1	10mm
	2. $-150^{\circ} \pm 30'$	KWH - 9A Nr. 2	15mm
Drücken	1. $-20^{\circ} \pm 30'$	KWH - 9A Nr. 2	15mm
	2. $-10^{\circ} \pm 30'$	KWH - 9A Nr. 1	10mm

zusätzliches Fahren

Ziehen: 1. Fahrt: 10mm

2. Fahrt: 15mm

Drücken: 1. Fahrt: 15mm

2. Fahrt: 10mm

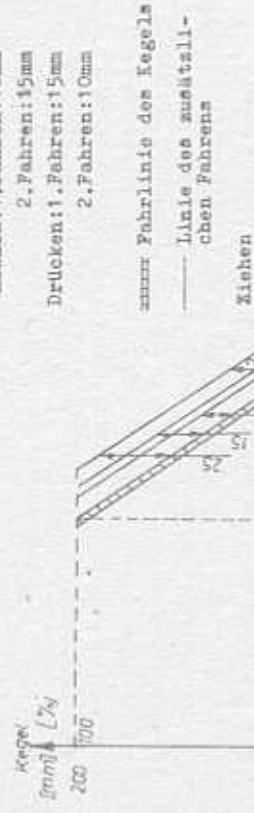


Abb. 24 Darstellung der Höhenradierausschläge und den davon abhängigen zusätzlichen Fahrten des Kegels

4.2.2. Aufgaben und Aufbau des hydraulischen Teiles

Der hydraulische Teil des Kegelsystems hat die Aufgabe, den Flüssigkeitsterverlauf durch das Stoerungsaggregat zum Arbeitszyliner zu steuern.

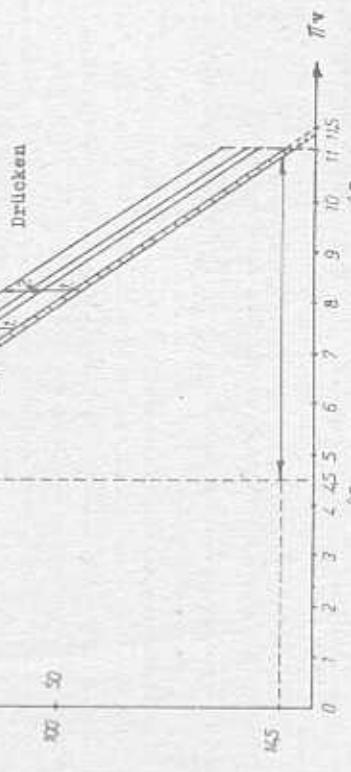


Abb. 25 Darstellung des Kegelfahrers über den Verdichtungsgrad des Verdichters mit den Linien des zusätzlichen Fahrers abhängig von der Stabilisatorstellung

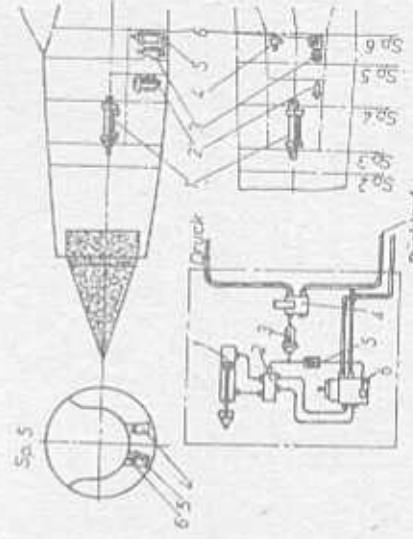


Abb. 26 Aufbau des hydraulischen Teiles und Lage der Bauelemente im Flugzeug

1 Arbeitzyylinder, 2 Verblockventil, 3 Filter 110345H-1, 4 Dreiwegventil GA-184U, 5 Ruckschlagventil, 6 Stellverriegelungssatz AU-35/1

3.4.2.3. Bauteile des Systems

A r b e i t s z y l i n d e r

Der Arbeitszylinder dient zum Aus- und Einfahren des Kegels.

Er ist durch Rohrleitungen mit dem Verblockventil verbunden.

Die Buchse 5 ist zur Regulierung des Hubes der Kolbenstange auf 200 ± 1 mm vorgesehen und bildet zugleich durch Widerlager in ausgefahrener Stellung.

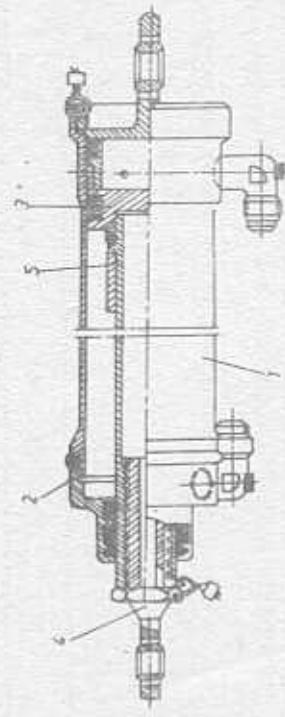


Abb. 26 Arbeitszylinder
1 Gehäuse, 2 Deckel, 3 Kolben,
4 Verblockventil, 5 Buchse

V e r b l o c k v e n t i l

Das Verblockventil dient zur hydraulischen Verriegelung des Kolbens bei Druckabfall im System.

Der Kolben wird in der Stellung gehalten, in der er sich während des Druckabfalls befindet und lässt sich durch die am Kegel wirkenden aerodynamischen Kräfte nicht anrollen.

Somit bleibt der vorher eingestellte Eingangsquerschnitt erhalten.

Das Gehäuse ist mit fünf Stufen verziert. Vier stellen die Verbindungen zu den Ein- und Auszuleitungen her, der fünfte ist der Anschluß des Steuertisches.

Der ankommende Steuertischdruck, der gleich dem Arbeitsdruck des Hydrauliksystems ist, bewegt bei einem Druckanstieg über $3,5$ MPa den Steuerschieber nach rechts und drückt somit die Kontraktion und Funktion des Filters 11GP4EN-1 und im Druckerszeugungssystem (3.34) beschleben.

Gesichtsfedern zusammen.

Bei 7 MPa befindet sich der Schieber am Anschlag und hat somit die Durchlaufquerschnitte der Ein- und Auszuleitungen vollständig freigesetzt.

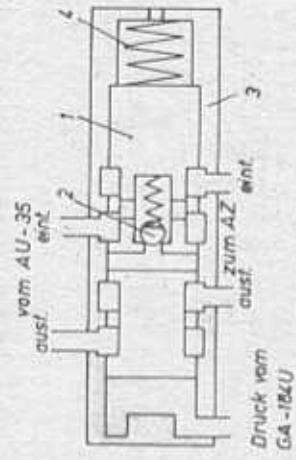


Abb. 27 Verblockventil
1 Steuerschieber, 2 Gesichtsfedern
3 Gehäuse, 4 Gesichtsfedern

Bei Druckabfall im System auf $3,5$ MPa schließen die gesichteten Federn den Steuerschieber in die Ausgangslage zurück. Er verriegert die Zuleitungen des Arbeitszylinders und verhindert somit den Kolben, weil sich die Flüssigkeit nicht in das System drücken läßt.

Um eine unzulässige Druckerhöhung durch Wärmeausdehnung in dem eingeschlossenen Raum zu verhindern, ist das Thermoventil 2 eingebaut. Es öffnet bei einem Druckanstieg über $24 + 1$ MPa und läßt Flüssigkeit in den Rücklauf ab.

Filte r 11GP4EN-1

Der Filter 11GP4EN-1 unterscheidet sich vom 11GP4EN-1 durch Fehlen des Großfilters und des Überströmventils.

Die Hydraulikflüssigkeit wird nur feingefiltert. Sonst unterscheidet sich die Filter nicht. Konstruktion und Funktion des Filters 11GP4EN-1 sind im Druckerszeugungssystem (3.34) beschrieben.

Zweiwegventil GA-164U

Es ist ein elektrohydraulisches Gerät und dient zum Steuern des Flüssigkeitsverlaufs zu den Arbeitszylindern der Hydraulikanlage. Im Kegelsystem findet es als Abschaltventil Verwendung, da nicht alle Stutzen genutzt werden.

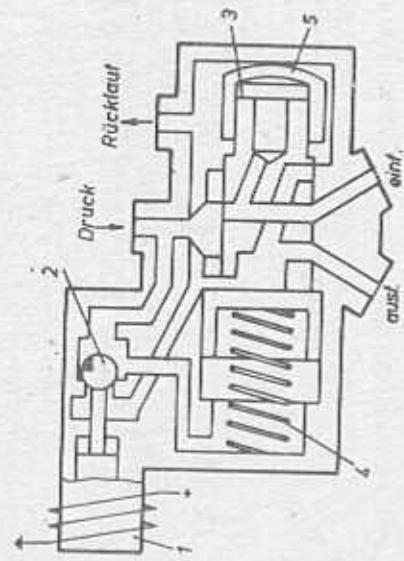


Abb. 2B Zweiwegventil GA-164U

- 1 Elektromagnet, 2 Steuerventil,
- 3 Umschalttschieber, 4 Feder, 5 Steuerhülse

Alle Teile sind in einem aus einer Aluminiumlegierung gegossenen Gehäuse untergebracht.

Der Flüssigkeitsdruck gelangt über den Eingangsstutzen in das Gehäuse. Hier wird er geteilt, strömt erstens nach links über das geöffnete Ventil 2 in den Federraum und zweitens über den Umschalttschieber 3 in den Raum zwischen dem Umschalttschieber 3 und Steuerhülse 5.

Da die Kraft aus Druck mal Fläche, plus der Federkraft, größer ist als die Kraft im Raum zwischen Umschalttschieber 3 und Steuerhülse 5, wird der Umschalttschieber 3 in der rechten Stellung gehalten. Somit steht der Stutzen "einfahren" unter Druck. Der Anschluss "ausfahren" ist mit dem Rücklauf verbunden.

Beim Einschalten des Elektromagneten verschobt sich der Anker und drückt das Steuerventil 2 auf den rechten Sitz. Dadurch wird die Druckpfanne unterbrochen und der Federraum mit dem

Rücklauf verbunden. Der Umschalttschieber 3 fährt unter Wirkung des Druckes von rechts, in die linke äußere Stellung und direkt dabei die Feder zusammen. So ist über den Umschalttschieber 3 die Verbindung des Druckes mit dem Stutzen "ausf." gewährleistet und die Flüssigkeit aus dem Anschluss "einf." kann zum Rücklauf gelangen.

Wird der Elektromagnettstrom los, so kehren die Teile des Wegeventils durch den Druck und durch die Federkraft in die Ausgangslage zurück.

Da bei dem GA-164U des Kegelsystems der Stutzen "einf." blindgeschlossen ist, kann in der Ausgangslage der Druck nicht wirken, das System ist somit außer Betrieb. Die Zuschaltung erfolgt erst durch die Besätigung des Elektromagneten und die Umsteuerung des Umschalttschiebers 3.

Steueraggregat AT-35/1

Das Aggregat AT-35/1 steuert den Flüssigkeitsverlauf aus dem Hauptsystem zum Arbeitzyylinder und lädt den Kegel ein bzw. ausführen.

Die Flüssigkeit gelangt durch den Scheibenfilter 1 und wird an die Scheibendrossel 3 und den Steuerschieber 2 hingeführt. In der Scheibendrossel 3 kommt es zur Druckreduzierung von 21,5-1,2 auf 7,5 MPa. Über zwei parallel verlaufende Leitungen trifft die Flüssigkeit auf weitere Drosseln, die den Druck auf ca. 1,2 MPa abbauen.

Mit diesem Druck tritt die Hydraulikflüssigkeit aus den Düsen 4 aus. Gelangt kein elektrisches Signal an den Elektromagneten 6, so nimmt die Drosselklappe 5 die Neutralstellung ein, bei der der Hydraulikdruckdurchgang durch beide Düsen gleich ist. An den Stirnseiten des Steuerschiebers 2 ist kein Druckunterschied vorhanden und der Schieber befindet sich somit in Neutralstellung.

Bekommt eine Wicklung des Elektromagneten 6 einen elektrischen Impuls, so neigt sich die Drosselklappe 5 um den Winkel, der der Impulsgröße entspricht.

Die Neigung der Drosselklappe ändert den Spalt zwischen Drosselklappe und Düse. Bei einer Düse verkleinert sich der Spalt, bei der anderen vergrößert er sich.

Durch diese Änderung des Spaltes, verändert sich auch der Hydraulikumrissatz durch die Düse, was zu einem Druckgefälle auf einer Seite des Steuerschiebers 2 führt und ihn versetzt. Druck- und Rücklaufleitung werden mit der Ein- und Ausfahrtseite des Arbeitszylinders verbunden, die Kegelstellung wird verändert.

Zur Begrenzung der Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens sind in die aus dem Zylinder führenden Rücklaufleitungen verstellbare Drosseln eingebaut.

3.4.2.4 Arbeitweise des Systems bei automatischer Steuerung

Das System zur automatischen Steuerung wird über den Schalter "Kegelsteuerung" eingeschaltet.

Die von den Druckgebern für p_1 und p_2 , und den Schaltern des Gebers DSU-2 gegebenen Signale werden in den Blöcken des Elektrosystems verstärkt und auf das Steueraggregat AU-35/1 gegeben. Der Hydraulikdruck liegt über das beim Einschalten des Systems ausgeschalteten Zweigeschaltventil GA-184U, dem Filter 11GPIN-1 und dem Rückschlagventil am AU-35/1 an. Zugleich wird das Verblockventil geöffnet und gibt die Leitungen zum Arbeitszylinder frei.

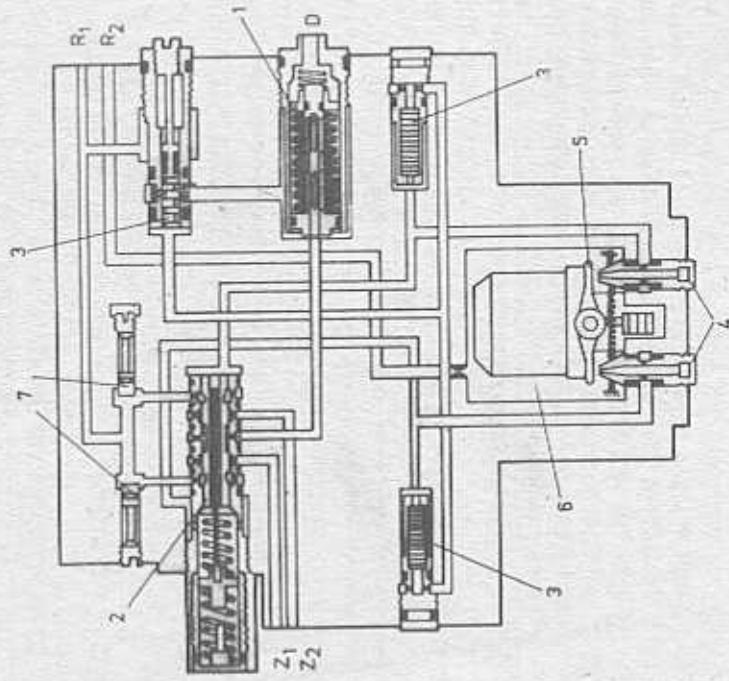


Abb. 29 Steueraggregat AU-35/1

1 Scheibenfilter, 2 Steuerschieber, 3 Scheibendrossel,

4 Düsen, 5 Drosselklappe, 6 Elektromagnet,

7 Rücklaufdrosseln

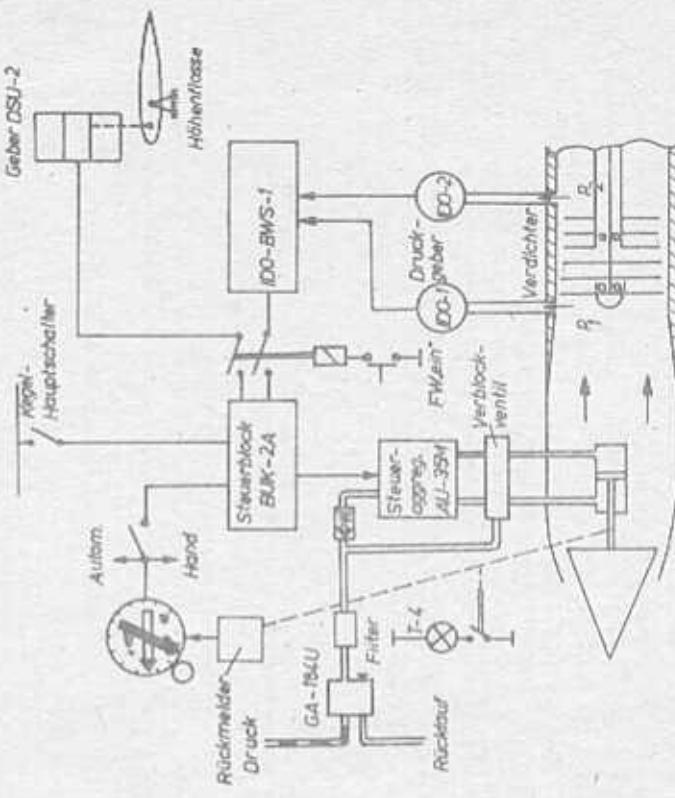


Abb. 30 Prinzip der Kegelsteuerung

Bei umgesteuertem AU-35/1 wird der Hydraulikverlauf in die Kammer des Arbeitszylinders gesteuert. Die Kolbenstange versteht den beweglichen Teil des Kegels, fährt ihn ein oder aus.

Bei Abfall des Druckes im Hydrauliksystem werden die Leitungen des Arbeitszylinders durch das Verblockventil geschlossen. Der Kegel wird dann in dieser Stellung hydraulisch gehalten und der Kolben lässt sich durch die wirkenden Luftkräfte nicht eindrücken.

5.4.2.6 Bedien- und Überwachungselemente

1. Kegelhaupschalter - an der linken Bordwand
2. Betriebsartenwahl-schalter - an der linken Bordwand, hinter dem Drosselhebel
3. Kontrolllampe - auf der Tafel 4
4. Anzeigegerät mit Stellknopf - auf dem Gerätebrett oben links



Abb. 31 Kegelanzeigergerät

Abb. 32 Tafel 4

Das Anzeigegerät ist auf der linken oberen Schalttafel des Gerätebrettes angebracht. Es hat einen Skalenbereich, das von 0 bis 100 % reicht und alle 5 % unterteilt ist. Außer dem Anzeigegerät ist in der Kabine auf der Tafel 4 eine Signallampe vorhanden, die beim Aufrüttren des Kegels (3...6mm) aufleuchtet.

5.4.2.5 Handsteuerung des Kegels

Die Handsteuerung des Kegels wird bei Ausfall der Automatik, d.h. in Notfällen, sowie bei der Kontrolle der Arbeit des Systems am Boden angewendet.

Zu diesem Zweck ist der Betriebsartenwahlschalter in die Steuerung "Hand" zu bringen, wobei ein Ein- und Ausfahren des Kegels durch Drehen des Knopfes am Anzeigegerät vorzunehmen ist.

Das Voreinstellungssignal zwischen tatsächlicher Kegelstellung und vorgegebenem Wert gelangt in die Elektroanlage zur Steuerung des Kegels und von dort zum AU-35/1. Der Kegel fährt dabei in die vorgegebene Stellung und hält bei Abfall des Voreinstellungssignals, bis in die Grenzen der Uneempfindlichkeit, an.

Bei der Handsteuerung fehlt die Korrektur der Kegelstellung entsprechend den Stabilisatorausschlagwinkeln.

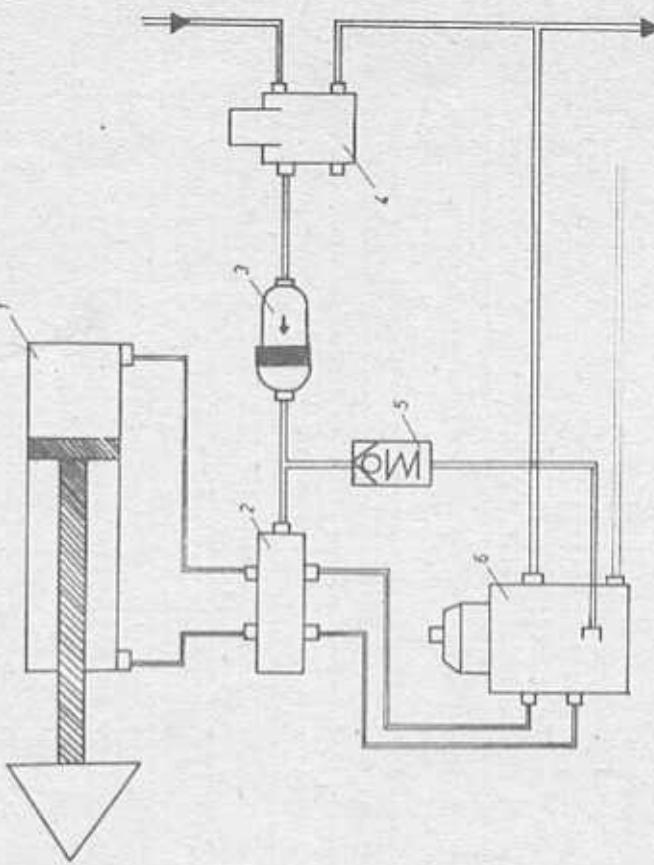


Abb. 33 Hydraulische Schaltung des Kegelsystems

3.4.3 Lufttablaskappensystem

3.4.3.1 Allgemeine Aufgaben und Funktion

Die Stabilität des Luftstroms im Ansaugschacht ist Voraussetzung für die einwandfreie Arbeit des Triebwerkes. Sie wird durch viele Faktoren, in erster Linie durch den Zustand der Grenzschicht und das System der Verdichtungsstäbe am Kegel bestimmt.

Bei unveränderlicher Kegelstellung ist die Minderung des Luftdurchsatzes durch den Ansaugschacht unter der Bedingung, daß eine stabile Strömung im Luftsaugschacht erhalten bleibt, nur bis zu einem gewissen Grade möglich.

Wird dieser Wert unterschritten, so kommt eine instabile Strömung zustande. Es tritt Pompage auf, d.h. ein periodischer Ab- und Aufbau des Systems der schrägen Verdichtungsstäbe an der Kegeloberfläche sowie eine Luftpulsation im Ansaugschacht, begleitet von einem Vorschließen des abschließenden Geraden Verdichtungsgitters weit vor die Eintrittsstellung mit anschließender Rückverlagerung weit in das Innere des Luftsaugschachtes. Eine Ursache für das Auftreten der Pompage bei Verringerung des Luftdurchsatzes ist der Abriss der Grenzschicht an der Kegeloberfläche durch Beeinflussung derselben durch den aus dem Ansaugschacht verdrängten abschließenden Geraden Verdichtungsgitter.

Beim Auslösen des Stabilitators und Veränderung des Anstellwinkels nimmt die Stärke der Grenzschicht an der dem Luftstrom abgewandten Seite des Kegels infolge Überströmens zu und neigt somit zum Abriss. Deshalb tritt die Pompage mit Zunahme des Anstellwinkels bei geringem Grad der Drosselung des Luftdurchsatzes auf. Die Gesamtdruckverluste im Ansaugschacht steigen an, welche den Einsatzpunkt der Pompage ebenfalls in Richtung der größeren Luftdurchsätze verschieben.

Zur Gewährleistung der stabilen Arbeit des Luftsaugschachtes beim Abschalten des Nachbrenners, bzw. beim Flug mit Nachbrenner mit großen Anstellwinkeln und Fluggeschwindigkeiten über 1,35 Mach, sind gesteuerte Lufttablaskappen eingebaut.

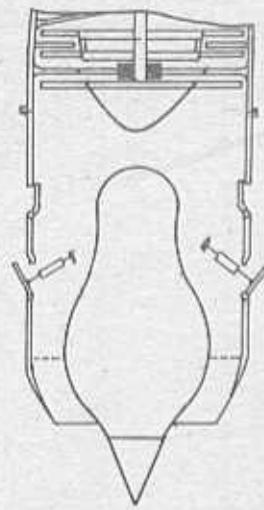


Abb. 34 Eingangsteil mit Lufttablaskappen

Die Antipompagereserve des Ansaugschachtes ist so festgelegt, daß ein maximaler Schub bei maximaler Drehzahl (Nachbrenner) und Flug in einem gewissen Anstellwinkelbereich, wenn der Anstellwinkel nahe dem berechneten liegt, gewährleistet ist. Dabei erwirkt sich diese Reserve beim Abschalten des Nachbrenners, Minderung der Drehzahl des Triebwerkes oder beim Flug mit großen Anstellwinkeln als unszureichend, um die einpendelfreie Arbeit des Ansaugschachtes zu gewährleisten.

Unter diesen Bedingungen lassen die Lufttablaskappen einen Teil der Luft aus dem Ansaugschacht ins Freie entweichen, erhöhen somit den Luftdurchsatz durch den Ansaugschacht und verhindern ein Pumpen.

3.4.3.2 Aufbau der hydraulischen Steuerung

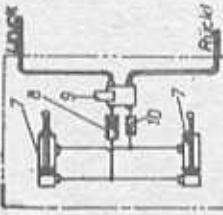
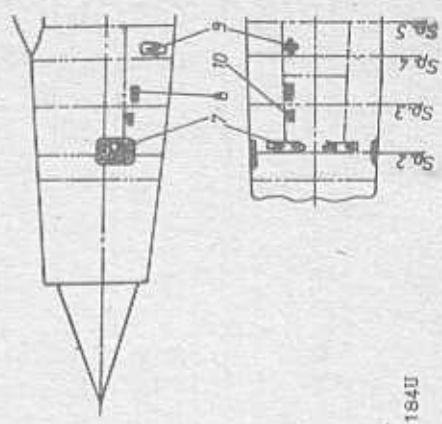


Abb. 35 Lufttablaskappen-System und Lage der Teile im Rumpf
 7 Arbeitszylinder
 8 einseitige Drossel
 9 Zweiteiliges Drosselventil GA-184U
 10 Drossel



3.4.3.3 Bauelemente des Systems

Zweiwegventil GA-184U

Der Aufbau und die Funktion wurden schon im Kegelsystem auf der Seite 48 beschrieben.

Einseitige Drossel

Die einseitige Drossel bremst die Hydraulikflüssigkeit in einer Richtung und lässt sie in der anderen Richtung ungehindert durch.

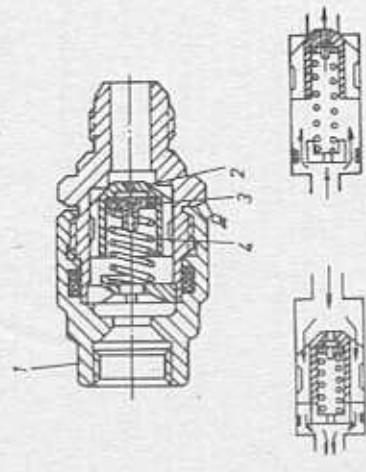


Abb. 36 einseitige Drossel

- 1 Gehäuse
- 2 Ventil mit Drosselbohrung
- 3 Federwiderlager
- 4 Feder

Auf Abbildung 36 lässt die einseitige Drossel den Flüssigkeitsstrom, von rechts kommend, ungehindert durch, indem sie wie ein Rückenschlagventil arbeitet. Gelangt die Flüssigkeit aber von links in das Gehäuse, so schließt das Rückschlagventil und die Flüssigkeit muss durch die Drosselbohrung treten. Der Flüssigkeitsstrom wird gedrosselt und die Fahrgeschwindigkeiten der Kolben zwischen Hin- und Ausfahren unterschiedlich gestaltet. Die freie Durchflutrichtung ist am Gehäuse durch einen Pfeil gekennzeichnet.

Im Luftablaßklappensystem sorgt die einseitige Drossel für ein schnelles Öffnen und langsames Schließen der Klappen.

Drossel

Die allgemeine Drossel ist mit einer unveränderlichen kalibrierten Bohrung versehen und lässt somit in beiden Richtungen den gleichen Flüssigkeitsstrom durch.

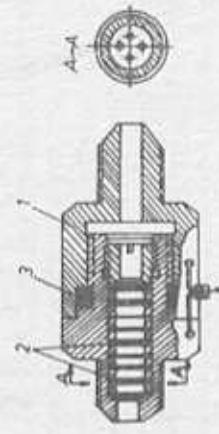


Abb. 37 Drossel

- 1 Gehäuse
- 2 Drosselscheiben
- 3 Dichtung

Durch den Einsatz der Drossel wird die Fahrgeschwindigkeit, im Gegensatz zur einseitigen Drossel, in beiden Richtungen gedämpft. Sie verhindert auch ein plötzliches Öffnen der Klappen unter Einwirkung äußerer Kräfte, wenn die Einfahrt- und Rücklaufleitungen verbunden sind.



Abb. 38 Arbeitszylinder

Die Arbeitszylinder sind in der Bug Luke so untergebracht, dass das Fahren der Kolbenstangen, dem Öffnen der Klappen entspricht. Die Klappen sind über Profilstange, welche durch den Ansaugschacht führen, mit den Arbeitszylindern verbunden.

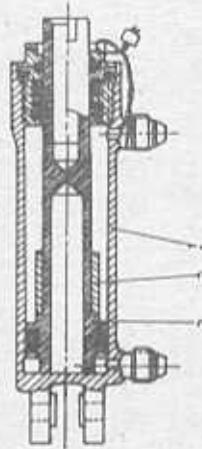


Abb. 38 Arbeitszylinder der Luftablaßklappen

- 1 Zylinder
- 2 Kolben mit Kolbenstange
- 3 Begrenzungsbuchse

Die Begrenzungsbuchse gewährleistet eine bestimmte Ausfahrlänge

der Kolbenstangen und somit einen bestimmten Öffnungswinkel der Luftablaßklappen.

3.4.3.4 Arbeitsweise des Systems

Bei automatischer Luftablaßklappensteuerung nimmt das System die Arbeit bei 1,35 Mach auf. Der Betriebsartenwahlschalter ist dazu auf die Stellung "Automat" geschaltet. Ein Stabilisatorausschlag von +19 bis +26° oder -3 bis -13° führt zum Betätigen von Schaltern im DSU-2, welche Spannung zum Zweigventil GA-164U geben. Der Hydraulikdruck wird somit auf die Kolben der Arbeitszylinder geleitet, die Luftablaßklappen öffnen.

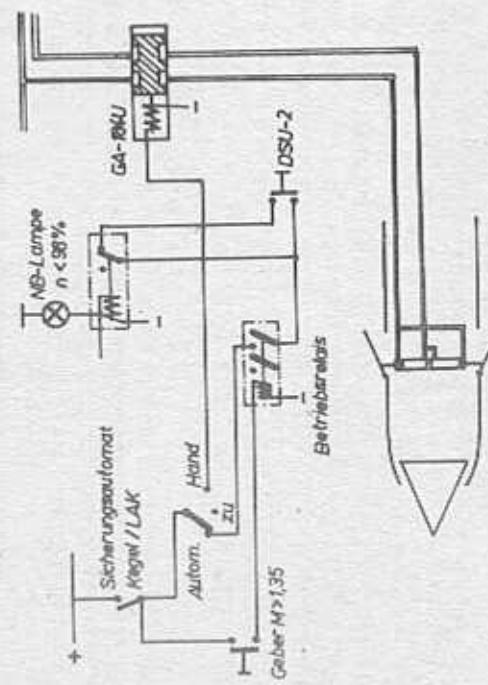


Abb. 39 Prinzipschaltung des Luftablaßklappensystems

Beim Einschalten des Nachbrenners wird durch Umschalten des Schalters GS-98 in der Kraftstoffpumpe die Stromaufzehrung zum GA-164U unterbrochen. Die Klappen werden geschlossen, indem der Flüssigkeitsverlauf im Wegeventil umgesteuert wird. Beim Abschalten des Nachbrenners bei unveränderter Geschwindigkeit, werden die Klappen wieder geöffnet. Beim Flug mit Mach-Zahl 1,35 Mach, mit Anstellwinkeln, bei denen die Stabilisatorausschlag größer als -19° bzw. +3° beträgt,

öffnen sich die Luftablaßklappen ebenfalls.

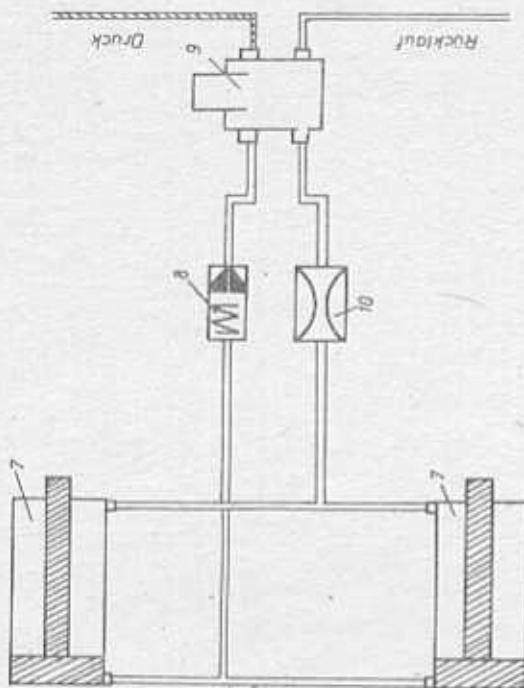


Abb. 40 Prinzipschaltung des hydraulischen Systems

Zur Handsteuerung über den Betriebsartenwahlschalter auf "Auf" oder "Zu" Überdruck die Automatik und legt die Spannung direkt an das Wegeventil GA-164U. So können die Luftablaßklappen nach dem Willen des Flugzeugführers unabhängig von der Geschwindigkeit betätigt werden.

3.4.3.5 Bedien- und Überwachungselemente

1. Dreistufen-Schalter mit den Stellungen "Automat", "Auf", "Zu", an der linken Borwand
2. Druckknopf "Limitation 1,35 Mach" auf dem rechten Bedienelement hinten, unter einer grauen Kappe

2. Druckknopf "Limitation 1,35 Mach" auf dem rechten Bedienelement hinten, unter einer grauen Kappe