



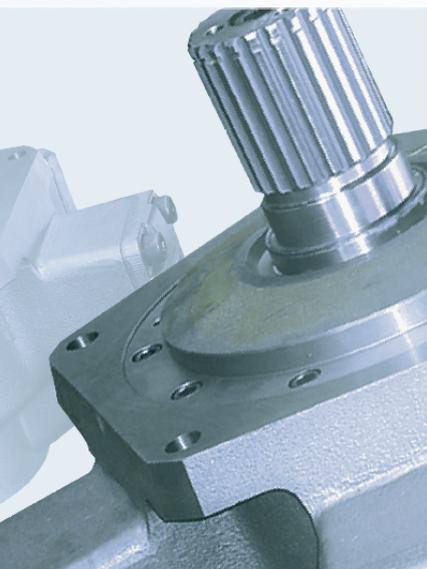
DÜSTERLOH **Fluidtechnik**

Hydraulikmotoren

Hydraulikmotoren
mit konstantem- und mit
verstellbarem Schluckvolumen



Montage- und Betriebsanleitung



1.	Allgemeine Beschreibung	3
2.	Wartung, Lagerung, Transport	3
2.1	Wartung	3
2.2	Lagerung	3
2.3	Transport.....	3
3.	Schaltplanvorschläge	4
3.1	Offener Kreislauf mit 2 Drehrichtungen.....	4
3.2	Geschlossener Kreislauf mit 2 Drehrichtungen	4
3.3	Parallel- und Kurzschlusschaltung	4
3.4	Zuflusssteuerung.....	4
3.5	Abflusssteuerung.....	4
3.6	Geschlossener Kreislauf mit 2 Drehrichtungen (Verstellmotoren)	5
4.	Montage / Inbetriebnahme	5
4.1	Anbau der Hydromotoren	5
4.2	Montage der Kupplung	5
4.3	Leistungsanschlüsse.....	6
4.4	Rohrleitungen	6
4.5	Leckleitung	6
4.6.	Drehrichtung - Durchflussrichtung	6
4.7	Radial- und Axialkräfte auf den Wellenstumpf	6
4.8	Hochdruckabsicherung.....	6
4.9	Filter	7
4.10	Inbetriebnahme	7
4.11	Druckflüssigkeiten und Druckmittelwechsel	7
a)	<i>Druckflüssigkeiten auf Mineralölbasis</i>	<i>7</i>
b)	<i>Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten HFB, HFC</i>	<i>7</i>
c)	<i>Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten HFD</i>	<i>7</i>
d)	<i>Druckmittelwechsel</i>	<i>7</i>
5.	Arbeitsweise und Grenzen	8
5.1	Anfahrverhalten und kleinste Dauerdrehzahlen.....	8
5.2	Betrieb als Pumpe	8
5.3	Leckstrom	9
5.4	Geräusche	9
5.5	Dynamisches Verhalten.....	9
5.6	Halten unter Last	9
5.7	Wärmebilanz.....	9
6.	Radialkolbenmotoren mit stufenlos verstellbarem Schluckvolumen	9
6.1	Verstellungschaltung	9
6.2	Verstelldruck	9
6.3	Verstellzeit.....	9
6.4	Verstellung im Stillstand	10
6.5	Pumpenbetrieb	10
7.	Literatur	10

1. Allgemeine Beschreibung

DÜSTERLOH-Hydromotoren sind Radialkolbenmotoren mit innerer Kolbenabstützung, bzw. Axialkolbenmotoren in Taumelscheibenbauart. Die im Gehäuse angeordneten Kolben wirken über einen Druckring, oder über Pleuel auf die Exzenterwelle, bzw. Taumelwelle und erzeugen hier das Drehmoment.

Sowohl die Steuerung, als auch die Abstützung der Kolben oder Pleuel auf die Exzenterwelle, sind hydrostatisch entlastet. Neben guten Anlaufeigenschaften und hohen Drehmomenten über den gesamten Drehzahlbereich sind beste Gesamtwirkungsgrade bei geräuscharmem Lauf garantiert. Durch die hydrostatische Entlastung der Steuerungs- und Triebwerksteile konnten Ungleichförmigkeiten in der Drehzahl und im Drehmoment minimiert werden.

Das geringe Massenträgheitsmoment der Motoren läßt augenblickliche Drehzahl- und Drehrichtungsänderungen zu. In Regelkreisen zur Drehzahlbestimmung, Drehzahländerung, Momentenbegrenzung, Momentenänderung und Leistungsvorgabe haben DÜSTERLOH-Hydromotoren seit Jahrzehnten ihre Tauglichkeit bewiesen. Auf Wunsch können fast alle Motoren mit einem 2. Wellenende ausgeführt werden.

Die Motoren können im offenen oder geschlossenen Kreislauf und bei entsprechender Einspeisung auch als Pumpe betrieben werden.

DÜSTERLOH-Hydromotoren wurden bereits bei der Konstruktion für den Betrieb mit schwerentflammaren Flüssigkeiten ausgelegt. Seit Jahren werden DÜSTERLOH Hydromotoren erfolgreich mit diesen Medien eingesetzt (siehe auch 4.11).

Die Aufnahme hoher Radial- und Axialkräfte durch den Wellenstumpf war maßgebend für die Auslegung der Kurbelwelle und ihrer Lagerung.

DÜSTERLOH-Hydro-Verstellmotoren haben ein variables Schluckvolumen, das stufenlos verändert werden kann.

2. Wartung, Lagerung, Transport

2.1 Wartung

Die DÜSTERLOH-Hydromotoren sind wartungsfrei und werden durch die Druckflüssigkeit geschmiert.

Die Vorschriften der Hydro-Anlage bezüglich Druckflüssigkeit und Filterwechsel sind zu beachten.

2.2 Lagerung

Bei der Lieferung sind alle Anschlußbohrungen im Motorgehäuse mit Kunststoffstopfen verschlossen. Die Innenteile sind durch den Prüfstandslauf mit Hydrauliköl benetzt, Abtriebswelle und Anschlußflansch mit Korrosionsschutzöl geschützt. In diesem Zustand kann der Motor in trockenen Räumen ca. 6 Monate gelagert werden.

Bei längerer Lagerung ist der Motor mit wasseremulgierendem Hydrauliköl H-LPD komplett zu füllen. Alle Anschlüsse sind mit Stopfen oder Flanschen öldicht zu verschließen. Nach spätestens 12 Monaten muß das Hydrauliköl gewechselt und die Motorwelle von Hand ca. 10 Umdrehungen durchgedreht werden.

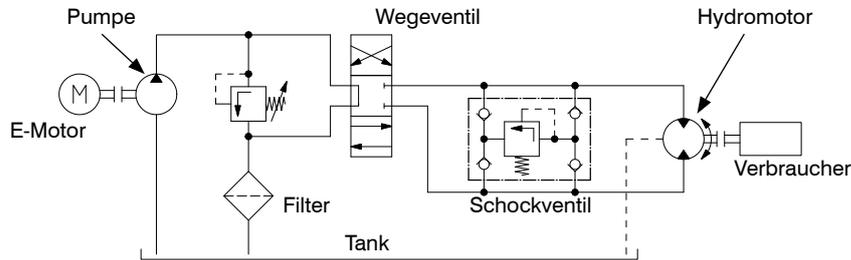
2.3 Transport

Die Motorabtriebswellen haben stirnseitig entweder eine Zentrierbohrung mit Gewinde, Form DS nach DIN 332, oder drei, um 120° versetzte, Gewindebohrungen. Mit Hilfe einer Ringschraube nach DIN 580 können alle Motoren mit Hilfe eines Kranes transportiert werden.

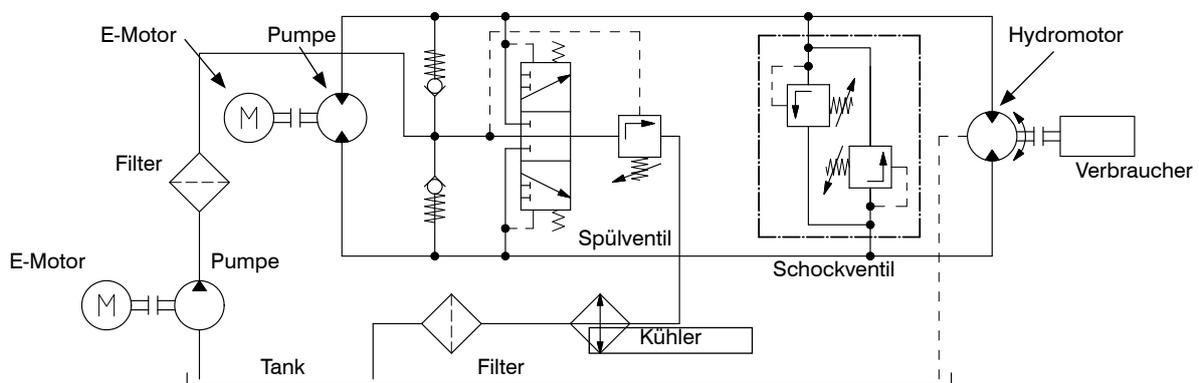


3. Schaltplanvorschläge (Prinzipschaltpläne)

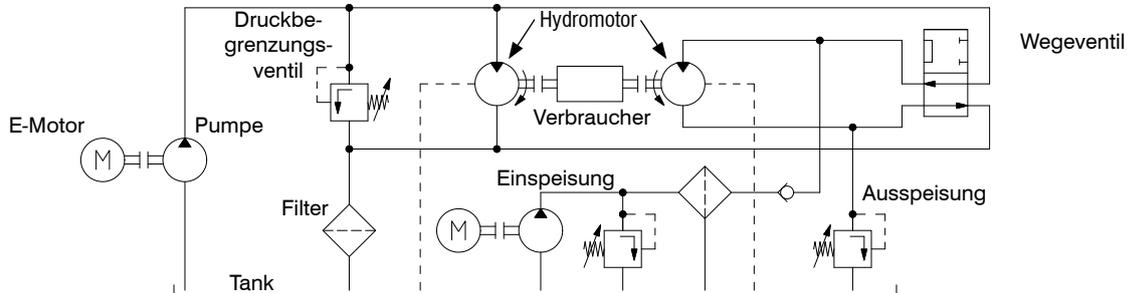
3.1 Offener Kreislauf mit 2 Drehrichtungen



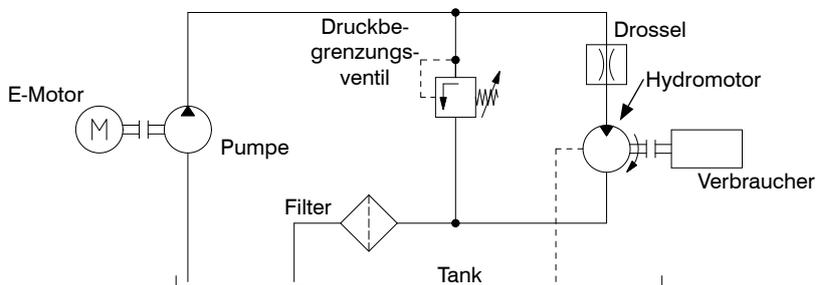
3.2 Geschlossener Kreislauf mit 2 Drehrichtungen



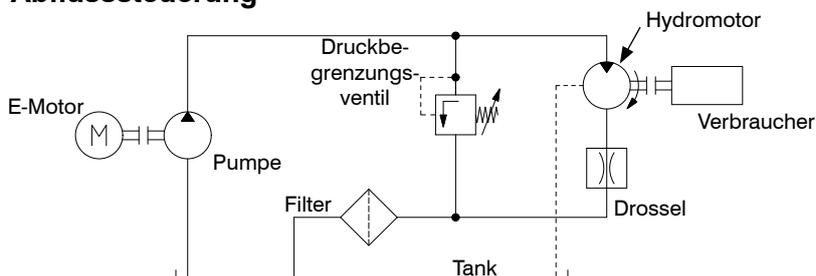
3.3 Parallel- und Kurzschlusschaltung (gezeichnet Parallelbetrieb)



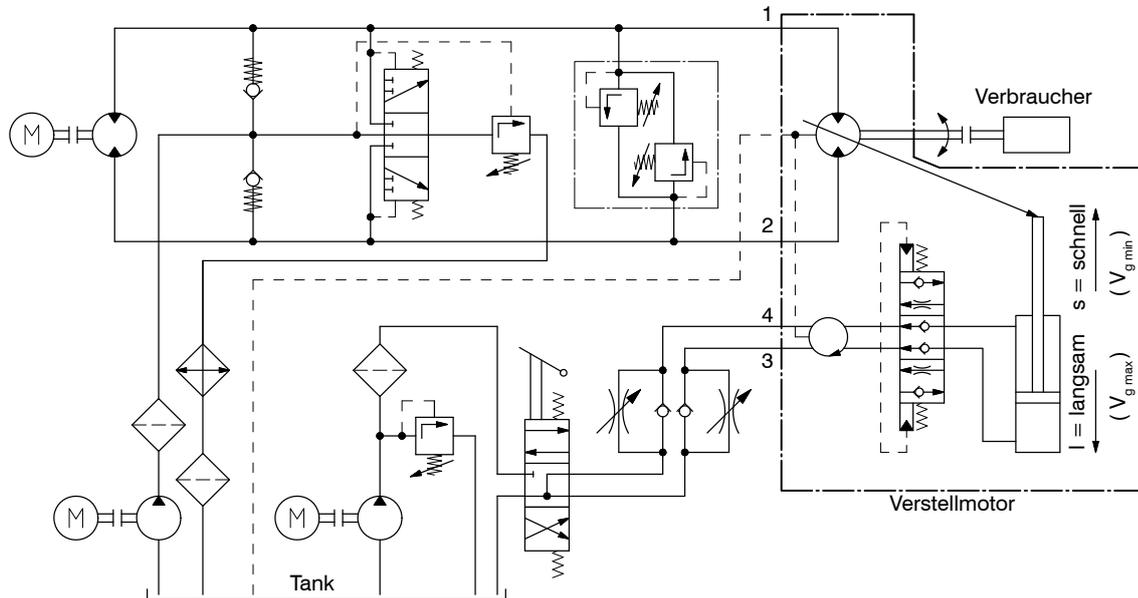
3.4 Zuflusssteuerung



3.5 Abflusssteuerung



3.6 Geschlossener Kreislauf mit 2 Drehrichtungen Radialkolbenmotor mit stufenlos verstellbarem Schluckvolumen



4. Montage / Inbetriebnahme

4.1 Anbau der Hydromotoren

Die DÜSTERLOH-Hydromotoren sind alle Flanschmotoren und sollten gut ausgerichtet, an einer ebenen und biegesteifen Kontaktfläche montiert werden, um zusätzliche unkontrollierbare Kräfte auf die Abtriebswelle zu vermeiden. Die Motoren werden mit Schrauben, die mindestens der Festigkeitsklasse 10.9 (Mindestzugfestigkeit 1000 N/mm²) entsprechen, mit dem vorgeschriebenen Anziehmoment angezogen, um einen ausreichenden Kraftschluß zwischen Motor und Kontaktflansch zu erreichen. Werden vom Motor hohe Reversierfrequenzen oder Start-Stopp-Betrieb verlangt, so sollten zwei der Befestigungsschrauben als Paßschrauben ausgeführt werden.

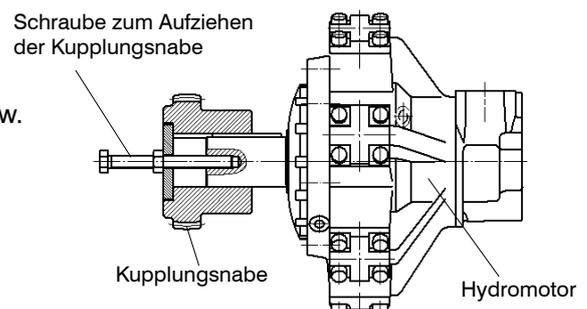
Wird auf eine Kupplung verzichtet, so können die Hydromotoren mit der Abtriebswelle direkt auf die anzutreibende Welle aufgesetzt und über eine Drehmomentstütze gehalten werden. Hierbei dürfen jedoch die, für die jeweiligen Motoren zulässigen Radialkräfte, nicht überschritten werden.

Unter Beachtung der Leckölabführung (siehe 4.5) ist die Einbaulage der Motoren beliebig.

4.2 Montage der Kupplung

Kupplungen, Ritzel, Riemscheiben, Kettenräder usw. niemals mit dem Hammer auftreiben, da ansonsten Wälzlager beschädigt werden können. Zum Aufziehen wird eine Schraube verwendet, die in die Gewindebohrung(en) der Abtriebswelle eingeschraubt wird. Die Demontage sollte stets mit einer geeigneten Abziehvorrichtung erfolgen.

Kraftschlüssige Befestigung von Kupplungen, Ritzeln usw. mittels Schumpfscheiben nach Blatt „PG1-900 DE“



4.3 Leitungsanschlüsse

Die Leitungsanschlüsse der kleineren Hydromotoren sind als Gewindeanschlüsse und bei den größeren Typen als Flanschanschlüsse ausgebildet. Bei den Gewindeanschlüssen können handelsübliche Rohrverschraubungen, bei den Flanschanschlüssen müssen Flansche nach SAE J518C verwendet werden. Abmessungen und Bestellbezeichnungen für häufig verwendete Flanschausführungen finden Sie auf den nachfolgend genannten Katalogseiten: HM1-015 (Seite 20 für RM 250X - RM 500X, (Seite 21 für RM 710X - RM 900X) und HM1-013 (Seite 17 für RM 1000X - RM 5000X). SAE-Flansche sind in unterschiedlichste Ausführungen lieferbar. Sie bieten die Möglichkeit, geschweißte Rohrleitungen, Schneidringverschraubungen für diverse Gewindearten oder Schlauchleitungen einzusetzen.

4.4 Rohrleitungen

Bei ortsveränderlichen Bewegungen ist die Verbindung zwischen Hydromotor und Rohrleitungen mittels Schläuchen herzustellen. Die Schlauchverlegung sollte nach den Vorschriften der Schlauchhersteller erfolgen. Es ist zu vermeiden, starre, unter Spannung stehende Rohrleitungen mit Gewalt am Motor anzuschließen. Die Auswahl der Rohr- und Schlauchleitungen muß nach dem maximalen Betriebsdruck, der zulässige Druckmittelgeschwindigkeit bzw. dem Durchflußwiderstand und dem verwendeten Druckmittel erfolgen. Rohre sind innen gründlich von Zunder und Verunreinigungen zu säubern. Die Montage von Rohrverschraubungen ist gemäß den Vorschriften der Hersteller vorzunehmen.

4.5 Leckleitung

Die Leckleitung muß drucklos (max. 1 - 2 bar, gemessen am Hydromotor), getrennt von der Rücklaufleitung oder anderen Leckleitungen, in denen Druckspitzen entstehen können, so abgeführt werden, dass das Motorgehäuse immer gefüllt bleibt.

- a) Motoreinbau horizontale Abtriebswelle:
Es soll der Leckanschluß, der oberhalb der Mittenachse liegt, verwendet werden.
- b) Motoreinbau vertikal, Abtriebswelle nach unten:
Den am höchsten gelegenen Leckanschluß verwenden.
- c) Motoreinbau vertikal, Abtriebswelle nach oben:
Den am höchsten gelegenen Leckanschluß verwenden. Weitere Informationen hierzu bitte aus den Hydromotor-Katalogen HM1-017 (AE 3 - AE 45), HM1-019 (KM 11- KM 110), HM1-022 (RM 80N-RM 250N), HM1-015 (RM 250X - RM 900X), bzw. HM1-013 (RM 1000X - RM 5000X) entnehmen.

4.6 Drehrichtung - Durchflußrichtung

Der Zusammenhang der Drehrichtung zur Durchflußrichtung ist in den einzelnen Motormaßblättern beschrieben. Ein Drehrichtungswechsel des Motors ergibt sich durch Vertauschen der Rücklauf- und Zulaufleitung.

4.7 Radial- und Axialkräfte auf den Wellenstumpf

Bedingt durch die groß dimensionierten Radiallager ist es bei DÜSTERLOH-Hydromotoren möglich, erhebliche Radial- und Axialbelastungen an der Abtriebswelle aufzunehmen. Dies führt zu Einsparungen von Zwischenlagerungen für Ritzel, Riemenscheiben, Kettenrädern etc. Die nominelle Lebensdauer der Wälzlager als Funktion der Radialkraft und der Lage des Angriffspunktes dieser Radialkraft ist in den Katalogblättern der einzelnen Motoren als Nomogramm angegeben. Die sich ergebende Lebensdauer bei Axialkräften und der Kombination von Radial- und Axialkräften muß im Werk erfragt werden. Radialkolbenmotoren mit Hohlwelle und Motoren mit verstellbarem Schluckvolumen lassen geringere Radialkräfte zu, als die übrigen Ausführungen.

4.8 Hochdruckabsicherung

Um die Hydromotoren vor unzulässigen Druckspitzen zu schützen, sind Druckbegrenzungsventile (Schockventile) vorzusehen. In der Regel müssen die Ventile so dimensioniert sein, dass der gesamte maximale Volumenstrom ohne unzulässig hohen Druckanstieg abgeführt werden kann.



4.9 Filterung

Im Hydrauliksystem muß auf Sauberkeit und gute Filterung unbedingt geachtet werden, um Verschleiß möglichst gering zu halten und Funktionsfehler auszuschließen. Je feiner die Filterung, um so größer wird die Motorlebensdauer. Filter sollten regelmäßig gereinigt bzw. ausgewechselt werden.

Empfohlene Filterfeinheiten:

Hauptstromfilter	10 - 25 µm
Filter in der Speiseleitung	10 - 25 µm
Leckstromfilter	ca. 25 µm
Bypass-Filter	1 - 10 µm
Saugfilter	50 - 200 µm
(In der Regel wegen Kavitationsgefahr zu vermeiden. Hinweise des Pumpenherstellers beachten.)	
Einfüllfilter	100 - 500 µm

4.10 Inbetriebnahme

Vor Inbetriebnahme muß das Motorgehäuse über den Leckanschluß mit Betriebsflüssigkeit aufgefüllt werden. Es ist auch möglich, den Motor in unbelastetem Zustand (also mit niedrigem Betriebsdruck) bei langsamer Drehzahl so lange zu betreiben, bis das Motorgehäuse gefüllt ist. Das Hydrauliksystem ist mehrfach zu entlüften. Beim Betrieb der Motoren mit kleinster Drehzahl ist der Luftanteil im Motor von entscheidender Bedeutung für den Gleichförmigkeitsgrad. Die beste Entlüftungsmöglichkeit besteht darin, den Motor mit dem Wellenstumpf nach unten mit hoher Drehzahl einige Minuten zu betreiben.

Einfahren des Hydromotors

- 0 - 15 min: Höchstdruck 100 bar, Höchstdrehzahl $1/3 n_{\max}$
- ab 15 min: Druck und Drehzahl allmählich bis zu den Betriebswerten steigern.

4.11 Druckflüssigkeiten und Druckmittelwechsel

a) Druckflüssigkeiten auf Mineralölbasis

Im Normalfall ist für die Hydromotoren Hydrauliköl vorzusehen. Die Eigenschaften des Öls müssen den Richtlinien nach DIN 51525 Gruppe H-LP und HM, HV nach CETOP G6. 12.41 Sec. entsprechen. Die maximale Öltemperatur sollte am Druckanschluß des Motors 90°C nicht übersteigen. Entsprechend den Temperaturverhältnissen ist die Viskosität so zu wählen, dass sie im optimalen Bereich von 20 - 50 mm²/s bzw. im zulässigen Bereich von 10 - 150 mm²/s liegt. Die höchste Viskosität beim Anfahren darf bis zu 1000 mm²/s betragen.

b) Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten HFB, HFC

Die Druckflüssigkeiten dieser Gruppe müssen in den Eigenschaften den Richtlinien nach CETOP G6. 12.41 Sec./ISO/DIS 6071 entsprechen. Da diese Druckflüssigkeiten geringe Schmiereigenschaften besitzen, sind spezielle Motoren für die Flüssigkeiten entwickelt worden. Gegenüber Hydrauliköl ist eine Druckreduzierung auf 70 % der für Hydrauliköl angegebenen Werte erforderlich. Die Viskositätsgrenzen sollen den unter Druckflüssigkeit auf Mineralölbasis angegebenen Daten entsprechen. Die maximale Druckflüssigkeitstemperatur darf 60°C auf keinen Fall überschreiten.

c) Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten HFD

Die Druckflüssigkeiten dieser Gruppe müssen in den Eigenschaften den Richtlinien nach CETOP G6. 12.41 Sec./ISO/DIS 6071 entsprechen. Bei den technischen Daten gibt es gegenüber den Druckflüssigkeiten auf Mineralölbasis keine Einschränkungen. Es müssen jedoch unbedingt Sonderdichtungen (Viton) vorgesehen werden.

d) Druckmittelwechsel

Es sind die Vorschriften der Hydro-Anlage zu beachten. Die erste Füllung einer neuen Hydro-Anlage ist nach 100 - 500 Betriebsstunden - je nach der an den Filtern erkannten Verschmutzung zu erneuern. Weitere Wechsel sind in Abständen von 1000 bis 2000 Betriebsstunden vorzunehmen. Das Mischen von verschiedenen Druckmittelsorten ist in der Regel nicht zulässig (Herstellerhinweise beachten).

5. Arbeitsweise und Grenzen

5.1 Anfahrverhalten und kleinste Dauerdrehzahlen

Beim Anlauf unter Last, sind das gegenüber dem Betriebsdrehmoment verringerte Anfahrmoment des Hydromotors, sowie die, höheren Anlaufmomente nachgeschalteter Getriebe, Lagerungen usw. und die Beschleunigungsmomente des Antriebsstranges zu berücksichtigen.



Einen wesentlichen Einfluß auf den gleichförmigen Lauf im unteren Drehzahlbereich können die Kompressibilität der eingeschlossenen Ölsäule und die Dehnung der unter Druck stehenden Bauteile einschließlich der Schlauch- und Rohrleitungen haben. Hier sollte besonders der Einfluß von Länge und Größe, sowie der Elastizität, der unter Druck stehenden Leitung, nicht unterschätzt werden. Sie enthält meist ein Vielfaches des Ölvolumens, das im Motor eingeschlossen ist. Es werden deshalb folgende Maßnahmen empfohlen:

- a) Stromregler oder Drossel möglichst unmittelbar vor oder - falls erforderlich - auch hinter dem Motor einbauen.
 - b) Unter Druck stehende Leitungen zwischen Motor und Regler sollen möglichst steif sein und im Querschnitt nur so groß wie unbedingt nötig.
 - c) Abflußdrosselung ist erforderlich, wenn der Motor zeitweilig generatorisch (also als Pumpe) arbeiten muß. Bei der Abflußdrosselung muss jedoch ein schlechteres Anfahrverhalten und ein größeres Verlustmoment in Kauf genommen werden.
 - d) Bei Zuflussdrosselung wird der Rundlauf durch Vorspannung des Rücklaufs mit ca. 5 bar verbessert.
 - e) Eine Druckreduzierung durch Verwendung eines größeren Motors bringt eine erhebliche Rundlaufverbesserung.
- Richtwert für die kleinste Dauerdrehzahl:

$$n_{\text{min dauer}} = \frac{2 Q_d}{V_g} \quad \begin{array}{l} Q_d = \text{Leckstrom} \\ V_g = \text{geometrisches Schluckvolumen} \end{array}$$

Q_d ist sowohl vom Eingangsdruck p_1 als auch vom Ausgangsdruck p_2 abhängig. Damit wird die erreichbare Minimaldrehzahl unter anderem von den anliegenden Drücken abhängig.

5.2 Betrieb als Pumpe

Bei genügender Einspeisung ist der Betrieb des Hydromotors als Pumpe zulässig. Dies kann erforderlich werden, wenn der Hydromotor beim Abbremsen durch nachgeschaltete Massenkräfte durchgezogen wird. In diesem Fall muß Betriebsflüssigkeit unter Druck in die Zuflussseite des Motors eingespeist werden. Der erforderliche Mindestdruck richtet sich nach der im Pumpenbetrieb maximal erreichbaren Drehzahl des Motors. Er ist deutlich höher zu wählen als der halbe Leerlaufdruck $\Delta p = f(n)$.

Als Faustformel hierbei gilt:

$$p_{\text{min}} = \frac{\Delta p}{2} + p_d + 3 \text{ bar} \quad p_d = \text{Lecköldruck}$$

Bei starken Belastungsschwankungen sollte p_{min} auch höher gewählt werden.
 $\Delta p = f(n)$ ist den Leerlaufdiagrammen der Motordatenblätter zu entnehmen.

5.3 Leckstrom

Man unterscheidet zwischen äußerem und innerem Leckstrom. Der äußere Leckstrom enthält alle Anteile an Druckflüssigkeit, die von der Zulauf- und Rücklaufseite in den Leckraum des Hydromotors dringen. Es sind dies z.B. die Flüssigkeitsmengen, die zwischen Kolben und Zylinder, vom hydrostatischen Druckfeld oder auch von der Steuerung aus in den Leckraum des Motors eintreten. Die inneren Leckverluste sind Kurzschlussverluste an der Steuerung, die ohne Arbeit zu leisten, sofort in die Rücklaufleitung abfließen. Die DÜSTERLOH-Hydromotor-Steuerung ist eine praktisch leckfreie und spielnachstellende, ebene Exzentersteuerung. Die Gesamtleckverluste sind den Motorblättern zu entnehmen.

5.4 Geräusche

Die Geräuschentwicklung bei DÜSTERLOH-Hydromotoren ist als extrem gering zu bezeichnen. Die Werte liegen im Normalfall im Bereich von ca. 60 - 65 dBA, gemessen in einem Abstand von 1 m.

5.5 Dynamisches Verhalten

DÜSTERLOH-Hydraulikmotoren zeichnen sich durch geringe rotierende Massen aus, die als Voraussetzung für gute Steuerungs- und Regelaufgaben bei einer schnellen Drehzahl- und Drehrichtungsänderung benötigt werden. Zur Drehzahlerfassung werden die Motoren optional mit einer zweiten Welle zum Anbau nachfolgender Geräte ausgerüstet:



Drehzahlmessung mit Wirbelstromtachometer, direkt am Hydromotor oder über einen Fernanzeige mit Drehzahlgeber.

Ausrüstung der Hydromotoren mit einem Gleichstrom-Tachometer-Dynamo. Zur Erzeugung einer Drehzahl-Spannungskennlinie, um verschiedene Regelaufgaben durchzuführen.

Im geschlossenen Regelkreis mit Servoventil sind lastunabhängige Drehzahlen und Minimaldrehzahlen bis $0,1 \text{ min}^{-1}$ möglich.

5.6 Halten unter Last

Beim Aufbringen eines Drehmomentes durch eine äußere Last, im Stillstand des Motors, muss wegen des Lecköls für eine genügende Einspeisung gesorgt werden. Für den Fall, dass die Last in einer bestimmten Position gehalten werden soll, muss eine mechanische Brems- oder Feststellvorrichtung vorhanden sein und betätigt werden. Wir weisen darauf hin, dass die jeweils gültigen Unfallverhütungsvorschriften zu beachten sind.

5.7 Wärmebilanz

Ergibt die Nachrechnung nach Kundenserviceblatt Berechnung / Auslegung (Nachrechnung empfohlen, ab ca. 40 % der Hydromotoreneckleistung), dass zur Abfuhr der Triebwerkswärme gespült werden muss, so ist in dem, am tiefsten liegenden Leckanschluß, Spülmedium (ca. 5 - 10 l/min, laut Nachrechnung) einzubringen. Dieses Spülmedium kann vom Hauptdruck, Niederdruck oder einer separaten Pumpe geliefert werden. Es wird am zweiten Leckanschluß zusammen mit der Leckageflüssigkeit abgeführt (siehe Absatz 4.5). Dabei ist zu beachten, dass der Leckdruck niemals größer als der Rücklaufdruck wird. Gegebenenfalls sollte in die Rücklaufleitung ein Vorspannventil eingebaut werden.

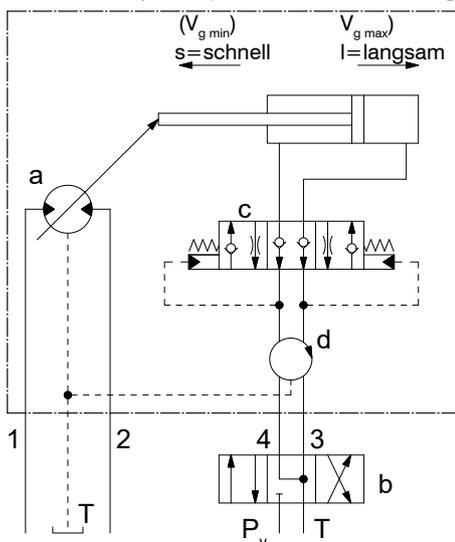
6. Radialkolbenmotoren mit stufenlos verstellbarem Schluckvolumen

6.1 Verstellerschaltung

In jedem Einsatzfall sollte der Hydraulikschaltplan mit dem Werk abgestimmt werden, um die geforderten Verstellzeiten und die jeweils notwendigen Verstelldrücke p_v abzustimmen.

Schaltungsprinzip:

- a) Verstellmotor schematisch
- b) Steuerventil, extern
- c) entsperrbare Rückschlagventile
- d) Drehdurchführung, zweikanalig



Bei den Verstellmotoren läßt sich das Schluckvolumen im jeweils vorgesehenen Bereich stufenlos auf jeden gewünschten Zwischenwert einstellen. Die Verstellung erfolgt normalerweise während des Betriebes der Motoren.

Verstellrichtung:

Druck auf den Steueranschluß 3:
 Verstellung erfolgt in Richtung $V_{g, \min}$

Druck auf den Steueranschluß 4:
 Verstellung erfolgt in Richtung $V_{g, \max}$

Solange nicht verstellt wird, werden die Steueranschlüsse 3 und 4 drucklos zum Tank entlastet, wobei auch die Drehdurchführung drucklos wird. Das Verstellsystem wird dann durch entsperrbare Rückschlagventile hydraulisch arretiert.

6.2 Verstelldruck p_v

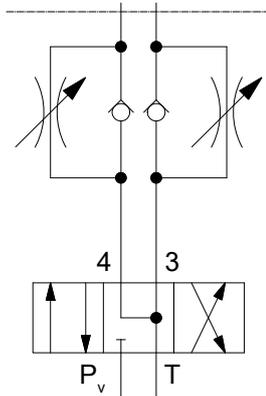
bei Verstellung im Betrieb: $p_{v, \max} = 315 \text{ bar}$

für $V_{g, \min} \rightarrow V_{g, \max}$: $p_v > 20 \text{ bar}$ bei allen Drücken
 $V_{g, \max} \rightarrow V_{g, \min}$: $p_v > 40 \text{ bar}$ und $p_v \geq \Delta p$



Der Verstelldruck kann durch eine separate Pumpe aufgebracht werden oder wird einem Druckspeicher entnommen. Auch eine Entnahme des Verstelldrucks aus der Hauptdruckleitung zum Motor ist möglich (Randbedingungen und Verstellzeiten beachten - hierzu bitte im Werk rückfragen)

6.3 Verstellzeit



Die Verstellzeit ist abhängig vom Verstelldruck: je höher der Verstelldruck, umso kürzer ist die Verstellzeit. Die minimal zulässige Verstellzeit von 2 Sekunden darf nicht unterschritten werden. Auch der Differenzdruck Δp an den Hauptanschlüssen 1 und 2 des Motors beeinflusst die Verstellzeiten: Die Zeit für eine Verstellung $V_{g, \min} \rightarrow V_{g, \max}$ wird mit zunehmendem Δp kleiner, für eine Verstellung $V_{g, \max} \rightarrow V_{g, \min}$ dagegen größer. Zum Abgleich der Verstellzeiten hat es sich bewährt, in die Verbindungsleitungen 3 und 4 einstellbare Drosselrückschlagventile kleiner Nennweiten einzugliedern.

(Verstellzeiten sind von den Drücken p_v , Δp und den Drehzahlen abhängig - hierzu bitte im Werk rückfragen.)

6.4 Verstellung im Stillstand

Eine Verstellung im Stillstand unter Last ist grundsätzlich möglich. Je nach Stellung der Kurbelwelle relativ zur Lage der Zylinderbohrungen, Höhe der anstehenden Druckdifferenz und Höhe des zur Verfügung stehenden Verstelldruckes, kann es in Einzelfällen vorkommen, dass keine Verstellung erfolgt, weil die von den Verstellkolben ausgeübten Kräfte nicht ausreichen, die in der gleichen Kräfteebene, jedoch in entgegengesetzter Richtung, wirkenden Kraftkomponenten der Kolben-/Pleueleinheiten und die sich daraus ergebenden Reibungskräfte zu überwinden. Damit der Motor dennoch im Stillstand verstellen kann, muss in diesem Fall entweder die Kurbelwelle um einige Grad gedreht, oder die anstehende Druckdifferenz reduziert bzw. der Verstelldruck erhöht, oder eine Kombination aus diesen Möglichkeiten gemeinsam durchgeführt werden.

6.5 Pumpenbetrieb

Bei ausreichender Einspeisung können die Verstellmotoren auch als langsamlaufende Verstellpumpen eingesetzt werden. Die Höhe des erforderlichen Speisedrucks richtet sich nach der Drehzahl und der Druckmittelviskosität. Im Bedarfsfall bitten wir um Rückfrage.

7. Literatur

Dr.-Ing. Jürgen Klie: Stufenlos verstellbare Radialkolbenmotoren
Fachzeitschrift „Der Konstrukteur 6/82“

Dr.-Ing. Jürgen Klie: Eigenschaften und Merkmale von
verstellbaren hydraulischen Radialkolbenmotoren
Fachzeitschrift „MM Maschinenmarkt 4/80“

Dr.-Ing. Jürgen Klie/ Anlaufverhalten und Lauf mit kleinsten Drehzahlen von
Dipl.-Ing. Walter Lubos: Radialkolbenmotoren mit innerer Kolbenabstützung
Vortrag auf der internationalen Fachtagung zur Systemschau
„Antreiben und Bewegen, Hannover Messe 1977“

Dipl.-Ing. Dieter Schneeweiss: Hydraulischer Vorschubantrieb. Auf 1/100 genau ohne Servoventile.
Fachzeitschrift „Fluid 3/77“





Seit über 100 Jahren entwickelt und produziert DÜSTERLOH fluidtechnische Produkte.

Weltweit schätzt man an den Antrieben, Steuerungen und Aggregaten aus Hattingen deren absolute Zuverlässigkeit auch unter extremen Einsatzbedingungen. Die eigene Entwicklungs- und Konstruktionsabteilung und eine breit gefächerte Produktpalette der eigentümergeführten Gesellschaft sorgen für ausgeprägte Flexibilität und Kundenorientierung.

Produkte

- Hydraulik-Radialkolbenmotoren
- Hydraulik-Axialkolbenmotoren
- Hydraulik-Hochpräzisionsmotoren
- Pneumatikmotoren
- Pneumatikstarter
- Hydraulische und pneumatische Steuerungen
- Hydraulikaggregate

Kundenspezifische Auslegung von Steuerungen und Aggregaten ist die Stärke des Hauses. In großer Vielfalt sind die Produkte auch in standardisierter Ausführung lieferbar.

Industrielle Anwendungsbereiche

- Werkzeugmaschinen
- Hütten- und Walzwerkseinrichtungen
- Gießereimaschinen
- Prüfmaschinen
- Schiffbau (Dieselmotoren)
- Offshoretechnik
- Druck- und Papiertechnik
- Fahrzeugbau
- Manipulatoren
- Umwelttechnik
- Bergbauausrüstung
- Fördertechnik



Düsterloh Fluidtechnik GmbH

Im Vogelsang 105
D-45527 Hattingen

Tel.: +49 2324 709-0
Fax: +49 2324 709-110



e-mail: info@duesterloh.de
Internet: www.duesterloh.de