

# Betriebs-Kurzanleitung für Axialkolben-Verstellpumpen Typ V30D

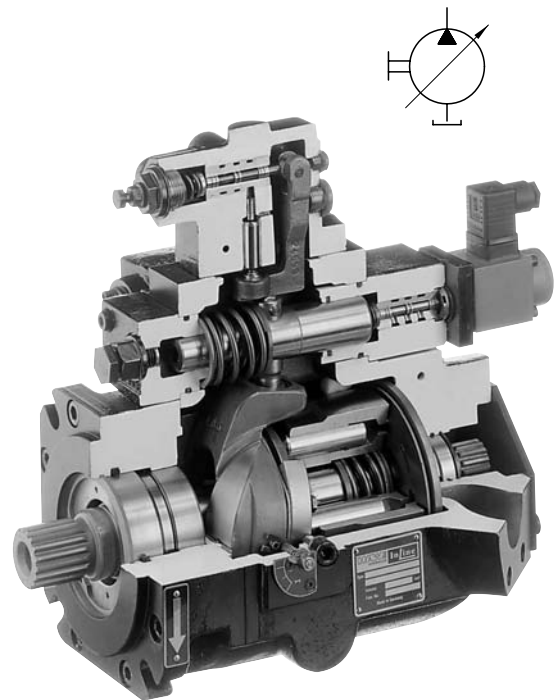
nach Druckschrift D 7960 und D 7960 Z

In/line

## 1. Pumpen-Installation

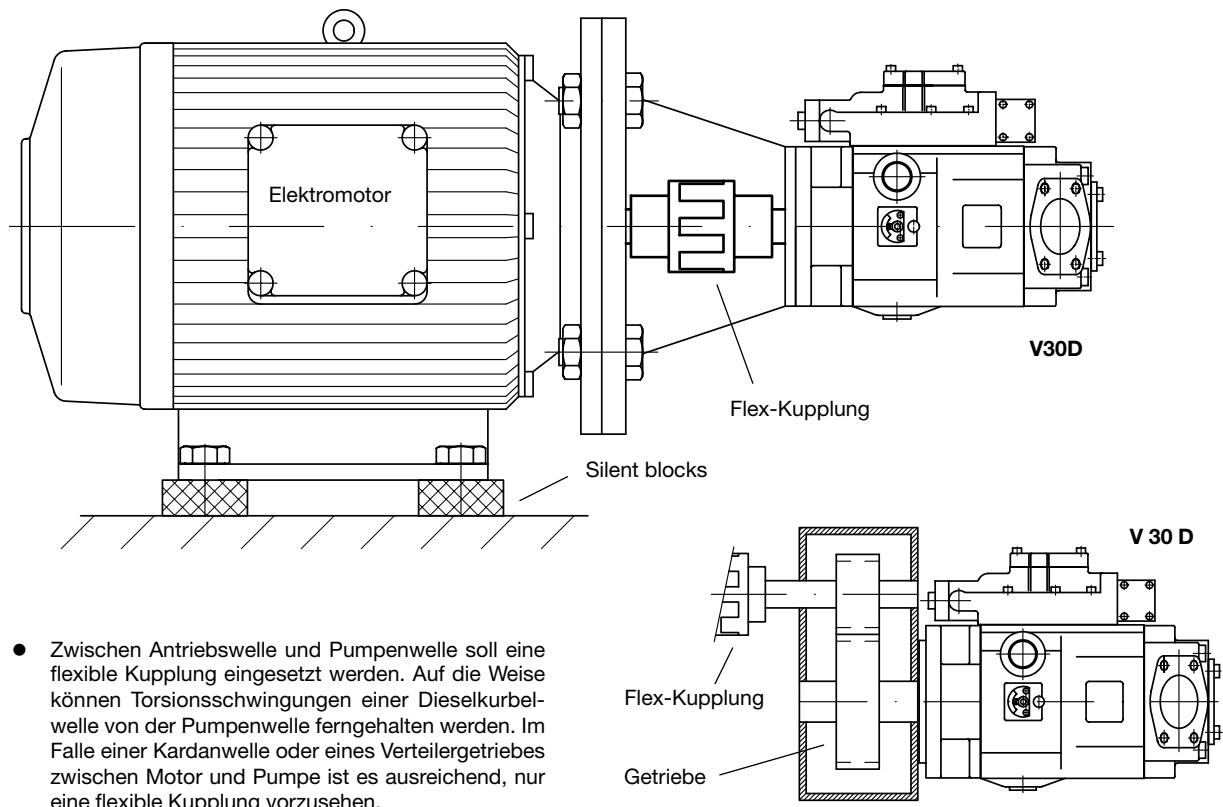
Beim Einbau einer Hydraulikpumpe in ein Hydrauliksystem müssen über folgende Schnittstellen Verbindungen errichtet werden:

- Mechanische Basis-Verbindung des Pumpengehäuses am Anbauflansch.
- Mechanische, flexible Verbindung der Antriebswelle mit einem Antriebsmotor.
- Hydraulische, (teilweise) flexible Verbindung des Saugflansches mit dem Öltank.
- Hydraulische, (teilweise) flexible Verbindung des Leckölanschlusses mit dem Öltank.
- Hydraulische, (teilweise) flexible Verbindung des Druckanschlusses mit Ventilen oder direkten Verbrauchern.
- Hydraulische, flexible Verbindung mittels Schlauch-Signalleitung bei ferngesteuertem Regler.
- Hydraulische Verbindung zu einer Hilfspumpe bei Volumen-Stromsteuerung.
- Elektrische Verbindung zum Magneten bei Elektroproportional-Steuerung.
- Hydraulische Verbindung zum Tank zur Entlüftung des Pumpengehäuses bei Einbaulage mit vertikal stehender Pumpenwelle.



## 2. Ausführung der Schnittstellen zwischen Pumpe und System

- Die mechanische Basis-Verbindung des Pumpengehäuses mit dem Anbauflansch eines Antriebsmotors oder eines Getriebes soll direkt und massiv und normalerweise ohne flexible Zwischenstücke erfolgen. So können die Gehäuse von Antriebsmotor und angetriebener Pumpe eine Einheit bilden, welche ihrerseits als Ganzes auf flexiblen **silent blocks** gelagert sein sollte.



- Zwischen Antriebswelle und Pumpenwelle soll eine flexible Kupplung eingesetzt werden. Auf die Weise können Torsionsschwingungen einer Dieselkurbelwelle von der Pumpenwelle ferngehalten werden. Im Falle einer Kardanwelle oder eines Verteilergetriebes zwischen Motor und Pumpe ist es ausreichend, nur eine flexible Kupplung vorzusehen.

**HAWE**  
HYDRAULIK

HAWE HYDRAULIK SE  
STREITFELDSTR. 25 • 81673 MÜNCHEN

**B 7960**  
Betriebsanleitung V30D

## 2.1. Saugleitung, selbstsaugende Pumpe

Der Saugflansch der Pumpe soll der kleinste Querschnitt der Saugleitung sein.

Pro Meter Saugleitungslänge soll der Durchmesser um 1 cm größer sein. Der Saugstutzen im Tank soll der größte Querschnitt der Saugleitung sein. Das Ende des Saugstutzens im Tank soll unter 45° geschnitten sein oder einen Einlauftrichter haben. Bei mehreren Saugstutzen in einem Tank muß ein Mindestabstand von 5 d eingehalten werden.

Der Abstand des Einlaufs zum Ölspiegel soll mindestens 8 d betragen und der Abstand zum Tankboden 2 d.

Die Übergänge auf Durchmesser-Änderungen sollen als schlanke Konen ausgeführt sein und bei Rohrbögen sollte der Biegeradius möglichst groß sein. Eingebaute Absperrhähne dürfen den inneren Durchmesser nicht reduzieren.

Sind mehrere Saugleitungen an einem Hauptrohr angeschlossen, muß der Hauptquerschnitt mindestens die Summe der Einzelquerschnitte betragen. Der Übergang von Haupt- auf Nebenrohr soll durch ein konisches Zwischenstück erfolgen, welches nicht in die benachbarten Querschnitte hineinragt.

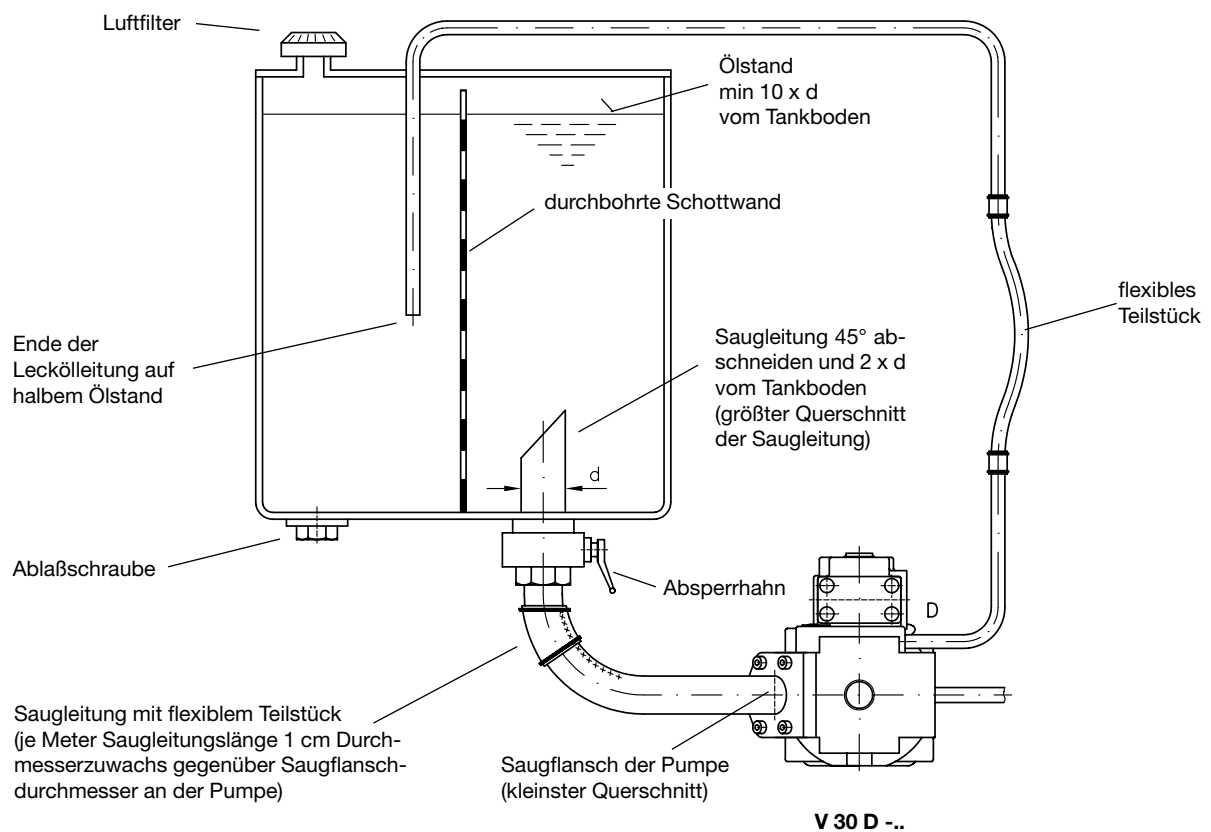
Nahe der Pumpe sollte die Saugleitung aus einem Saugschlauch bestehen oder einen flexiblen Kompensator aufweisen. Wichtig für die Lage des Kompensators ist, daß seine Längsachse und die Längsachse der Pumpe in derselben Ebene liegen. Dadurch ist gewährleistet, daß der Kompensator hauptsächlich von Querkräften belastet wird, wenn die Pumpe Drehschwingungen ausführt. Denn anderenfalls auftretende Längskräfte können zum Reißen des Stromfadens führen, was Kavitation und Geräusch zur Folge hat.

### ● Tank

Der Tank soll mehrere (mindestens 2) durch Schottwände abgeteilte Kammern haben. Dadurch kann das Rücklauf- und Lecköl räumlich von den Sauganschlüssen getrennt werden, mit dem Vorteil, daß sich Schmutz absetzen und Luftbläschen ausscheiden können.

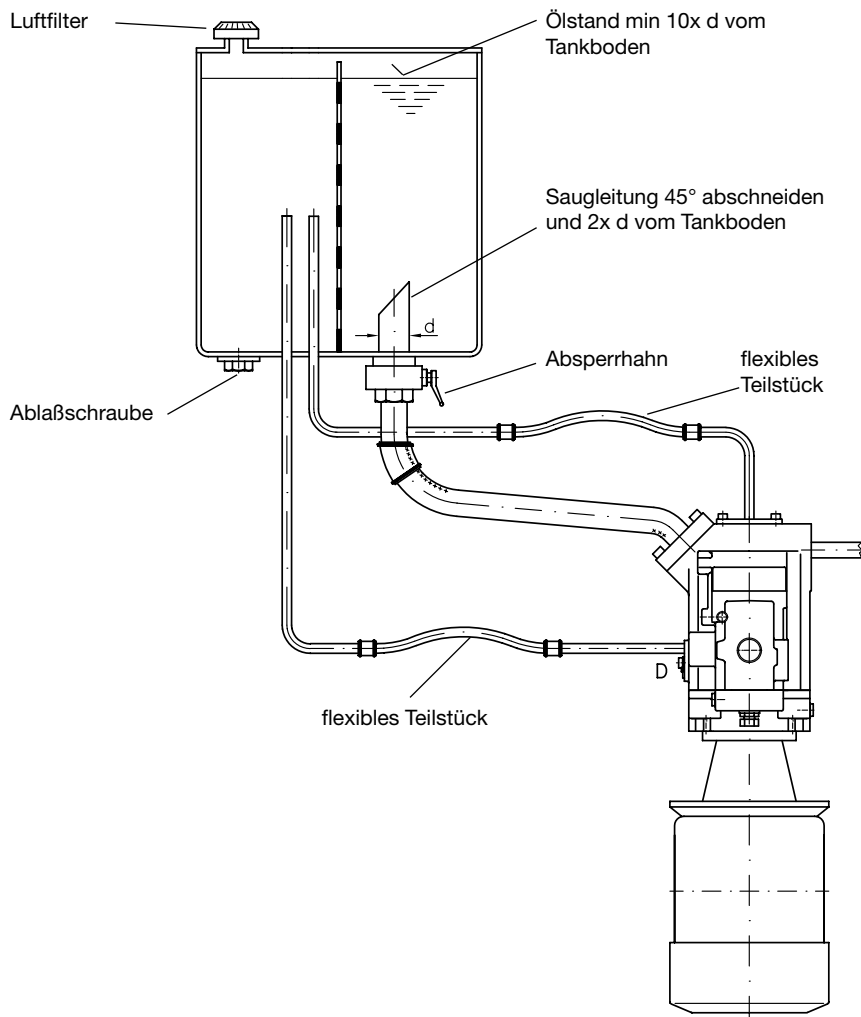
Filter und Kühler sollen im Rücklauf oder einem Nebenstromkreis angeordnet werden. Die Belüftung des Tanks soll über einen ausreichend dimensionierten Luftfilter erfolgen, d.h. der Luftstrom bei 0,1 bar  $\Delta p$  soll mindestens so groß sein wie der maximale Ölstrom.

Der Ölspiegel soll normalerweise über dem Sauganschluß der Pumpe liegen. Die Saugleitung kann Tank und Pumpe geradlinig verbinden. Besser ist eine Ausführung als hängender Bogen, damit evtl. Luft schnell zu Tank und Pumpe aufsteigen und entweichen kann. Falsch wäre ein oder mehrere nach oben gewölbte Bögen, weil im Scheitelpunkt sich Luft sammelt, die einige Zeit für Kavitations-Belastung und Geräusche sorgt, bevor sie ganz mit der Strömung mitgespült oder im Öl gelöst ist.

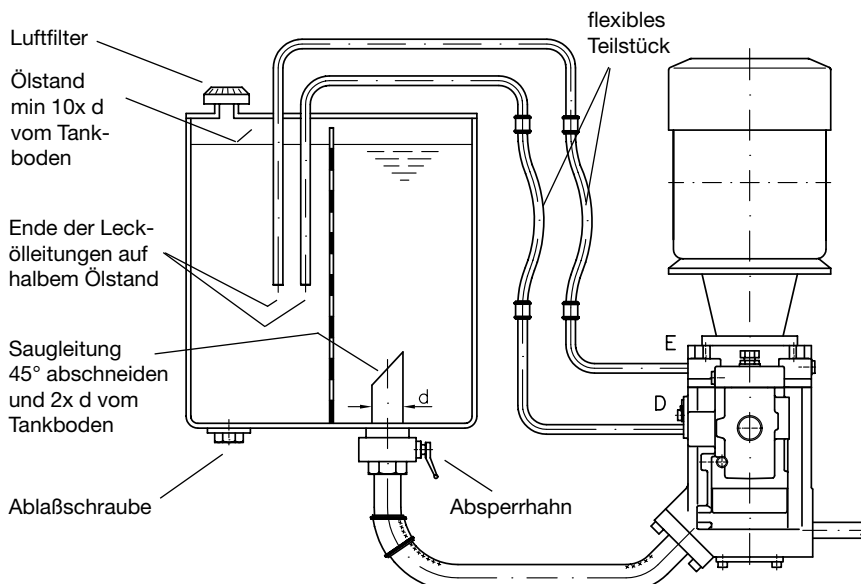


## 2.2. Leckölleitung

- Liegt die Antriebsseite unten, besteht bei der Standardpumpe kein direkter Anschluß für Entlüftung. In dem Fall kann ein Sonderdeckel angefordert werden. Alle Lecköl- und Entlüftungsleitungen dürfen nicht reduziert werden und müssen bei Zusammenfassung im Querschnitt entsprechend erweitert werden. Die Enden der Lecköl- und Entlüftungsleitungen im Tank müssen etwa in der Mitte zwischen Ölstand und Tankboden liegen.



- Das Gehäuse der Pumpe hat 2 bis 3 Anschlußgewinde für Lecköl. Bei Standard-Einbautagen mit horizontal liegender Welle wird der am höchsten liegende Leckölanschluß benutzt.
- Einbautage mit vertikal stehender Welle erfordern einen zusätzlichen Entlüftungsanschluß am oberliegenden Ende der Pumpe. Wenn die Antriebsseite der Pumpe oben liegt, wird der Entlüftungsanschluß E (G 1/4) am Wiegenlager benutzt. Einbautage wenn möglich vermeiden!



### 3. Regelungen mit der Pumpe als Stellorgan

Die Pumpenregler, die an der Pumpe angebracht sind, messen Größen im Drucksystem und korrigieren Abweichungen, indem sie das Hubvolumen der Pumpe entsprechend verstellen.

Geregelt werden Systemgrößen wie:

- der Druck im System (Druckregelung)
- das Druckgefälle über einer Blende im System (Stromregelung)
- das Produkt aus Hubvolumen und Druck im System (Drehmoment- bzw. Leistungsregelung)

Da die Charakteristik dieser Regelgrößen nicht nur von der Pumpe, sondern auch von der Gestaltung des gesamten Drucksystems inklusive der Art der Belastung abhängt, wird klar, daß die Pumpenregler auf das Drucksystem und die Charakteristik der Last abgestimmt werden müssen.

Bei den Drucksystemen werden drei Arten unterschieden:

- kurze Leitung, vorwiegend Rohr mit kleinem unter Druck stehendem Ölvolumen
- lange Leitungen, vorwiegend Schlauch mit großem unter Druck stehendem Ölvolumen
- lange Leitungen mit großem Gasdruckspeicher und großem unter Druck stehendem Ölvolumen.

#### 3.1. Voreinstellungen

Vor Inbetriebnahme der Hydraulikanlage sollen die Saugleitung geflutet und eventuell entlüftet und Pumpen- und Motorgehäuse angefüllt werden.

Sicherheitshalber sollte der Druckregler der Pumpe sowie das Haupt-Druckbegrenzungsventil fast völlig entspannt werden.

Nach dem Einschalten der Pumpe wird sich ein niedriger Druck einstellen, bei dem die restliche Luft zum Tank entweichen kann und alle beweglichen Teile voll geschmiert werden.

Nach etwa 5 ... 10 Minuten ist die meiste Luft entwichen und der Druck kann in mehreren Stufen am Druckregler und dem Druckbegrenzungsventil hochgesetzt werden. Für die endgültige Einstellung wird der Druck am Druckbegrenzungsventil auf 30 ... 40 bar über Nenndruck gesetzt. Dort wird das Druckbegrenzungsventil fixiert. Anschließend kann der Einstellwert am Druckregler auf den Nenndruck zurückgenommen werden.

#### 3.2. Druckregelung (Konstantdrucksystem)

##### a) Einfache Druckregelung mit Druckregler Typ N

Bei kleinen Drucksystemen mit kurzen (vorwiegend) Rohrleitungen ist ein einfacher N-Regler gut geeignet.

Er hat durch seine starke Meßfeder, die die gesamte Meßdruckkraft des Ventilkolbens aufnehmen muß, eine relativ kleine Verstärkung. Als Verstärkung wird die Ventilöffnung pro Druckabweichung verstanden.

Da die Vorspannung einer starken 400 bar Meßfeder bei Drücken unter 150 bar den vollen Öffnungshub des Ventils unterschreitet und damit die Stellgeschwindigkeit beschränkt, ist für mittlere bis kleine Druckbereiche ( $\leq 250$  bar) eine schwächere Feder vorgesehen (Typ N400 bzw. N250).

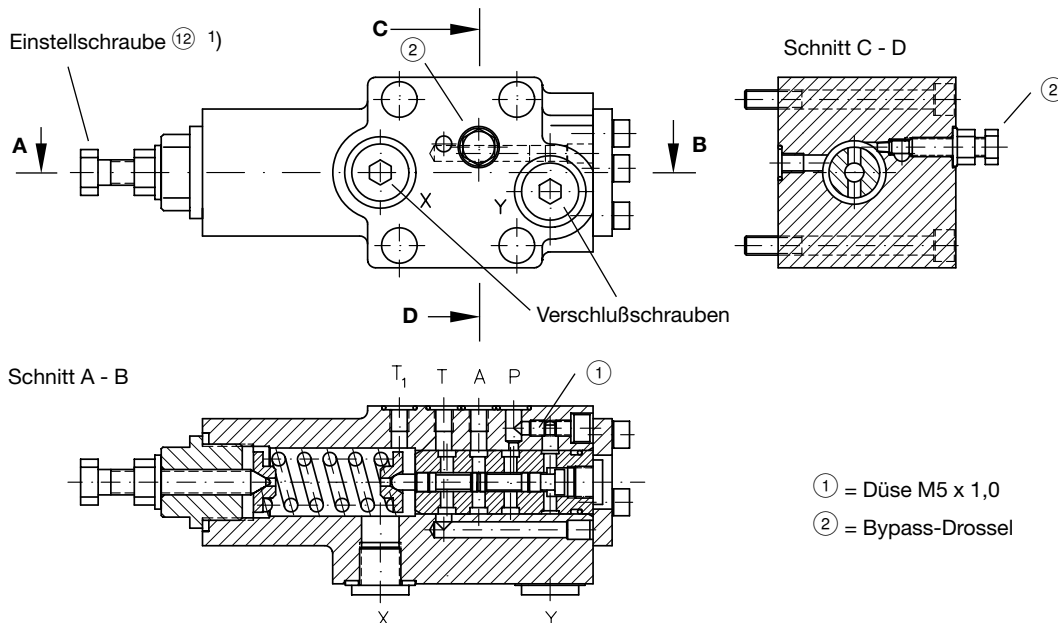
Zur Abstimmung auf das Drucksystem bzw. zur Stabilisierung steht am N-Regler die Bypass-Drossel ② zur Verfügung.

Die Voreinstellung der Bypass-Drossel beträgt 1/4 ... 1/2 Umdrehung geöffnet. Diese ist geeignet für die häufigen mittleren unter Druck stehenden Ölvolumen von ca. 2,5 l. Bei kleineren Druckvolumen kann die Bypass-Drossel weiter geöffnet werden, während sie bei größeren Druckvolumen besser etwas mehr geschlossen wird, um die Regelgenauigkeit zu erhöhen.

Sollte es trotz Bypass-Justierung noch zu Schwingungen kommen, kann eine Ablaufdüse ① montiert werden. Diese ist in der Standard-Ausführung an der Seite des Stellkolbengehäuses unter dem Zeichen "U" montierbar, damit auch Reglerkombinationen gedämpft werden können (Darstellung siehe Pos. 3.5).

Wenn das Stellkolbengehäuse für Leistungsregler vorbereitet ist, muß die Ablaufdüse im Leistungsregler selbst bzw. im L-Ersatzdeckel unter "U" montiert werden (empfohlene Düsendurchmesser M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30D-250). Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt so dämpfend auf Schwingungsanregungen.

##### Druckregler Typ N bzw. ND



- 1) **Achtung:** Kontermutter vor dem Einstellen ausreichend lösen, damit der einvulkanisierte Dichtring frei liegt und nicht beschädigt wird.

### ● Einstellung des Druckreglers Typ N (direktwirkend)

Bei Inbetriebnahme die Einstellschrauben auf folgende Anfangswerte einstellen:

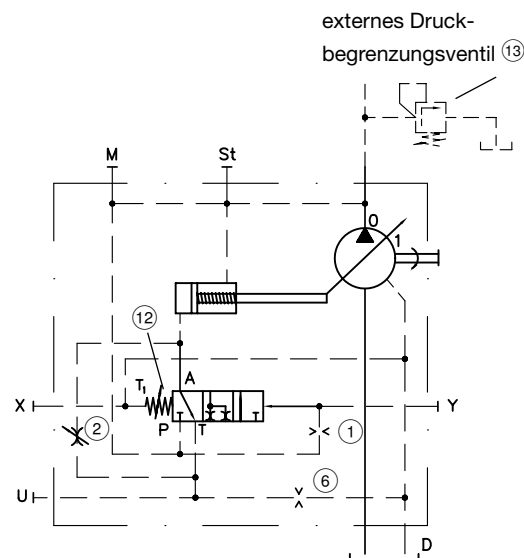
1. Einstellbare Bypass-Drossel ② 1/4 ... 1/2 Umdrehung offen  
Werkzeuge: Ring- und Gabelschlüssel 10 mm
2. Ablaufdüse ⑥ (siehe Pos. 3.5)  
Verschlußschraube "U" (M6) demontieren und die Ablaufdüse M6, falls montiert, auf Verschmutzung überprüfen.  
Werkzeuge: Inbus-Schlüssel 5 und 3 mm
3. Druck-Einstellschraube ⑫  
Die Seal-Lock-Mutter lösen und die Einstellschraube soweit herausdrehen, bis die Druckfeder entspannt ist.  
Werkzeuge: 2 Ring- und Gabelschlüssel 13 mm

**Achtung:** Kontermutter vor dem Einstellen ausreichend lösen, damit der einvulkanisierte Dichtring frei liegt und nicht beschädigt wird.

4. Externes Druckbegrenzungsventil im Pumpenkanal ⑬ prüfen, ob ein niedriger Druck eingestellt ist. Einstellschraube gegebenenfalls herausdrehen.

Richtwert für Verstellung

	$\Delta p$ (bar/U)
N 250	54
N 400	82



① = Düse M5 x 1,0

② = Bypass-Drossel

⑥ = offen, wahlweise Düse M6 x 1,2 (0,8...1,6)

### b) Gedämpfte Druckregelung mit Druckregler Typ ND

Bei größeren Drucksystemen mit langen Rohr- und Schlauchleitungen muß die Verstärkung oder die Signal-Auflösung größer sein als im System a).

Der direkt wirkende Druckregler ND hat zwar die gleich starke Meßfeder wie der Druckregler Typ N, aber durch einen speziellen Kolben eine wesentlich höhere Signal-Auflösung.

Der Pumpendruck wird im Regelkolben über eine Längsbohrung und Querbohrungen in die Ringnut der federseitigen Kolbenführung geleitet.

Durch das Druckfeld im Ringspalt zwischen Kolben und Buchse wird die Reibung, verursacht durch Queranteile der Federkraft, minimiert. Dadurch kann der Kolben auch auf kleine Druckänderungen reagieren und erzielt damit eine hohe Auflösung des Drucksignals.

Das macht ihn auch geeignet für größere Drucksysteme c) und auch für Drucksysteme d) mit Gasspeicher.

Da die Vorspannung der starken 400 bar Meßfeder bei Drücken unter 150 bar den vollen Öffnungshub unterschreitet und damit die Stellgeschwindigkeit beschränkt, ist für mittlere bis kleine Druckbereiche eine schwächere 200 bar Feder vorgesehen (Typ ND 400 bzw. ND 250).

Zur Abstimmung auf das Drucksystem bzw. zur Stabilisierung steht am ND-Regler die Bypass-Drossel ② zur Verfügung.

Die Voreinstellung der Bypass-Drossel beträgt 1/4 ... 1/2 Umdrehung geöffnet. Diese ist geeignet für mittlere, unter Druck stehende Ölvolumen von ca. 5 l. Bei kleineren Druckvolumen kann die Bypass-Drossel weiter geöffnet werden, während sie bei größeren Druckvolumen besser etwas mehr geschlossen wird, um die Regelgenauigkeit zu erhöhen.

Sollte es trotz Bypass-Justierung noch zu Schwingungen kommen, kann eine Ablaufdüse ⑥ (empfohlene Düsendurchmesser M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30D-250) montiert werden. Diese ist in der Standard-Ausführung an der Seite des Stellkolbengehäuses unter dem Zeichen "U" montierbar, damit auch Reglerkombinationen gedämpft werden können (Darstellung siehe Pos. 3.5).

Wenn das Stellkolbengehäuse für Leistungsregler vorbereitet ist, muß die Ablaufdüse im Leistungsregler selbst bzw. im L-Ersatzdeckel unter "U" montiert werden. Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt so dämpfend auf Schwingungsanregungen.

Schaltensymbol, bildliche Darstellung sowie Einstellung analog Druckregler Typ N (siehe Pos. 3.2.a)

### c) Ferngesteuerte Druckregelung mit Druckregler Typ P

Bei großen Drucksystemen mit langen Rohr- und Schlauchleitungen muß die Verstärkung bzw. Meßempfindlichkeit oder Auflösung größer sein als im System a).

Ein vorgesteuerter Druckregler P hat eine wesentlich schwächere Meßfeder und dementsprechend eine wesentlich höhere Auflösung, die ihn für große Systeme geeignet macht.

Der Druckbereich wird von der Meßfeder nicht beschränkt, da der Druck vom Vorsteuerdruckventil bestimmt wird.

Zur Abstimmung auf das Drucksystem bzw. zur Stabilisierung stehen am P-Regler die Bypass-Drossel ② und die Dämpfungs-Vordrossel ③ des Pilotventils zur Verfügung. Außerdem muß die Kapazität der Signalleitung zwischen P-Regler und Vorsteuerventil ausreichend sein. Das angemessene Ölvolumen liegt zwischen 50 ml und 100 ml.

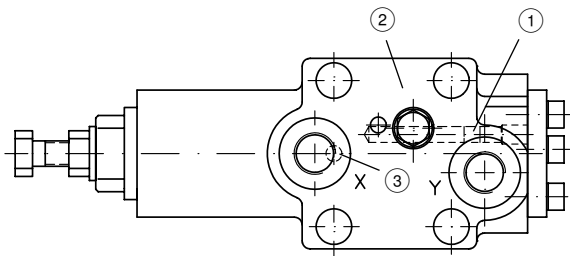
Die Voreinstellung der Bypass-Drossel beträgt 1/4 ... 1/2 Umdrehung geöffnet. Ist das Drucksystem kleiner als 5 l, kann die Bypass-Drossel weiter geöffnet werden, während bei größeren Drucksystemen die Bypass-Drossel weiter geschlossen werden sollte. Mit der Dämpfungs-Vordrossel ③ des Pilotventils soll das Steueröl des P-Reglers bei geöffnetem Pilotventil angestaut werden, so daß der Pumpendruck 50 bar erreicht. Dort wird die Vordrossel fixiert.

Wenn der einstellbare Druckbereich die 50 bar unterschreiten soll, muß das Ölvolumen in der Signalleitung an der Obergrenze (100 ml) des angemessenen Volumens liegen. Auf diese Weise können Drücke von 25 - 30 bar noch schwingungsfrei eingestellt werden. Sollte es trotz Bypass- und Vordrossel-Justierung und trotz richtigem Volumen in der Signalleitung noch zu Schwingungen kommen, kann eine Ablaufdüse ⑥ (empfohlene Düsenkombination M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30D-250) montiert werden.

Diese ist in der Standard-Ausführung an der Seite des Stellkolbengehäuses unter dem Zeichen "U" montierbar, damit auch Reglerkombinationen gedämpft werden können (Darstellung siehe Pos. 3.5).

Wenn das Stellkolbengehäuse für Leistungsregler vorbereitet ist, muß die Ablaufdüse im Leistungsregler selbst bzw. unter "U" im L-Ersatzdeckel montiert werden. Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt dämpfend auf Schwingungsanregungen.

#### Druckregler Typ P



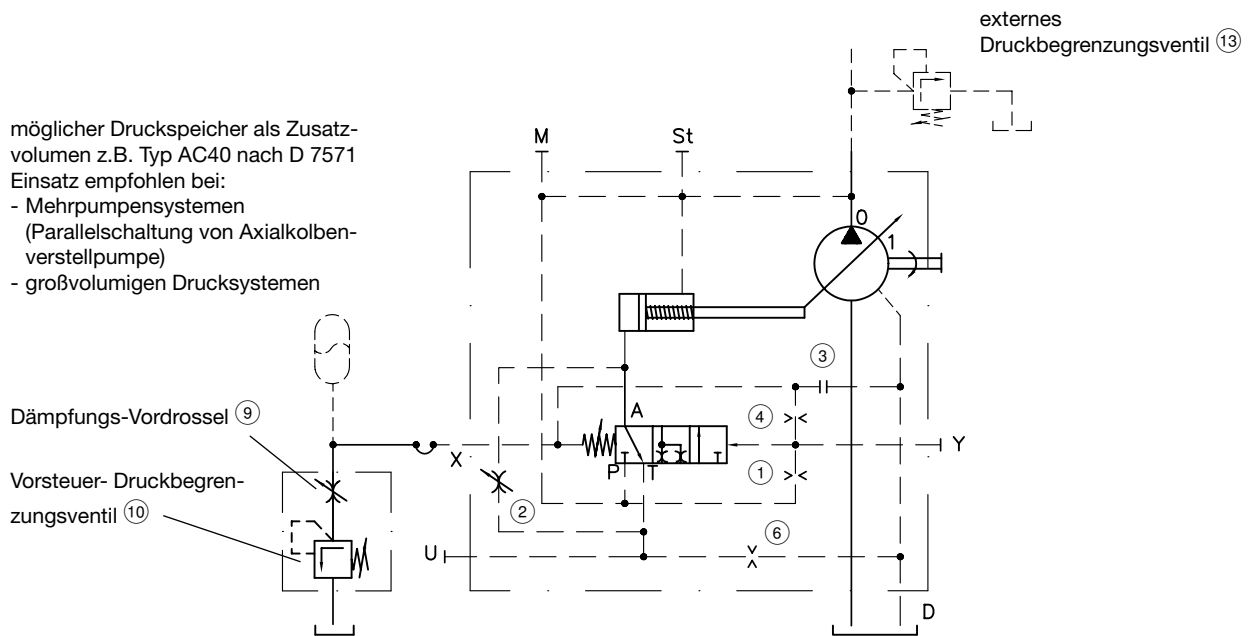
- ① = Düse M5x1,0
- ② = Bypass-Drossel
- ③ = Gewindestift M6  
in T<sub>1</sub> siehe Schnitterstellung Pos. 3.2. a)

● **Einstellung des Druckreglers Typ P (vorgesteuert)**

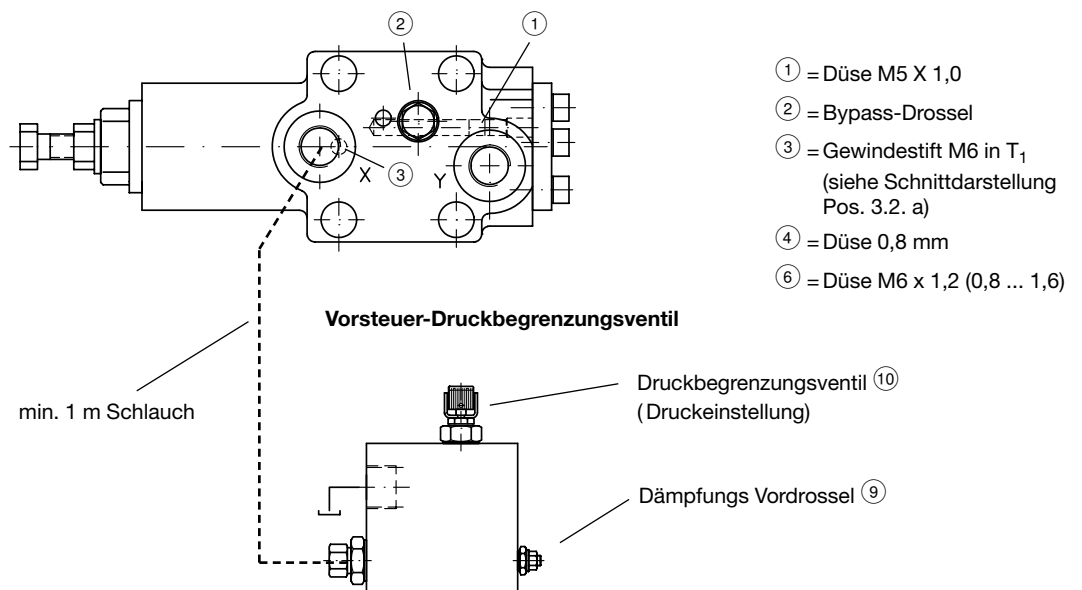
Bei Inbetriebnahme die Einstellschrauben auf folgende Anfangswerte einstellen:

1. Einstellbare Bypass-Drossel ② 1/4 ... 1/2 Umdrehung offen  
Werkzeuge: Ring- und Gabelschlüssel 10 mm
2. Ablaufdüse ⑥ (siehe Pos. 3.5)  
Verschlußschraube "U" (M6) demontieren und die Ablaufdüse M6, falls montiert, auf Verschmutzung überprüfen.  
Werkzeuge: Inbus-Schlüssel 5 mm und 3 mm
3. Dämpfungs-Vordrossel ⑨  
Die Seal-Lock-Mutter lösen und die Drosselnadel zunächst 1 ... 2 Umdrehungen offen einstellen  
Werkzeuge: Inbus-Schlüssel 4 mm  
Ringschlüssel 13 mm
4. Druckeinstellschraube am Vorsteuer-Druckbegrenzungsventil ⑩  
zunächst vollständig offen
5. Externes Druckbegrenzungsventil im Pumpenkanal ⑬  
Prüfen, ob ein niedriger Druck eingestellt ist. Einstellschraube gegebenenfalls herausdrehen.

möglicher Druckspeicher als Zusatzvolumen z.B. Typ AC40 nach D 7571  
Einsatz empfohlen bei:  
- Mehrpumpensystemen  
(Parallelschaltung von Axialkolbenverstellpumpe)  
- großvolumigen Drucksystemen



**Druckregler Typ P**





#### d) Ferngesteuerte Druckregelung großer Drucksysteme mit Druckregler Typ Pb

(bei diesen Systemen ist auch der Druckregler Typ ND mit direkter Druckregelung einsetzbar; siehe Pos. 3.2.b)

Bei großen Drucksystemen mit großen Gasdruckspeichern muß die Meßempfindlichkeit bzw. Auflösung noch besser sein als im System c), denn der Druck im System ist direkt abhängig vom momentanen Füllungsgrad der Speicher und entspricht damit dem Gasdruck.

Der Gasdruck ist je nach Mengenverhältnis von Öl zu Gas um den Faktor 10 bis 100 weicher als der reine Öldruck.

Für die Meßaufgabe des Druckreglers kommt erschwerend hinzu, daß zwischen Pumpe und Speichersystem in der Regel ein Rückschlagventil angeordnet ist. Dieses kann im ungünstigen Fall schließen und momentan die Pumpe vom System abkoppeln, was zu Dauerschwingungen führen kann. Aus diesen Gründen wurde der Pumpenregler Typ P um einen Signalanschluß erweitert, der eine genauere Messung des Systemdrucks ermöglicht (Typ Pb). Der spezielle Druckschaltanschluß Y liegt auf der Druckmeßseite des Druckreglers (zwischen ① ④), wo mittels T-Stück zwei Druckschaltleitungen angeschlossen werden können. Die erste Leitung kommt vom Pumpendruckanschluß und kann damit den Druckregler sehr direkt über ausgeführte Verstellreaktionen informieren. Die zweite Leitung verbindet den Druckregler mit dem Drucksystem hinter dem Rückschlagventil der Hauptdruckleitung. Damit ist der Druckregler ständig über den Systemdruck informiert und kann schon bei kleinsten Abweichungen reagieren. Beide Druckschaltleitungen werden vor dem Druckregler zusammengefaßt und als gemischter Druck der Meßseite des Druckreglers zugeführt. Das ergibt zudem die Möglichkeit, den Einfluß beider Leitungen über Drosseln verschieden zu gewichten und so das Verhalten des Reglers optimal auf das System abzustimmen.

Eine stärkere Drosselung der Signalleitung vom Druckanschluß (Düse ⑦) bewirkt, daß die Pumpe schneller auf- und langsamer abregelt. Analog dazu regelt sie langsamer auf und schneller ab, wenn die Signalleitung vom System stärker gedrosselt wird.

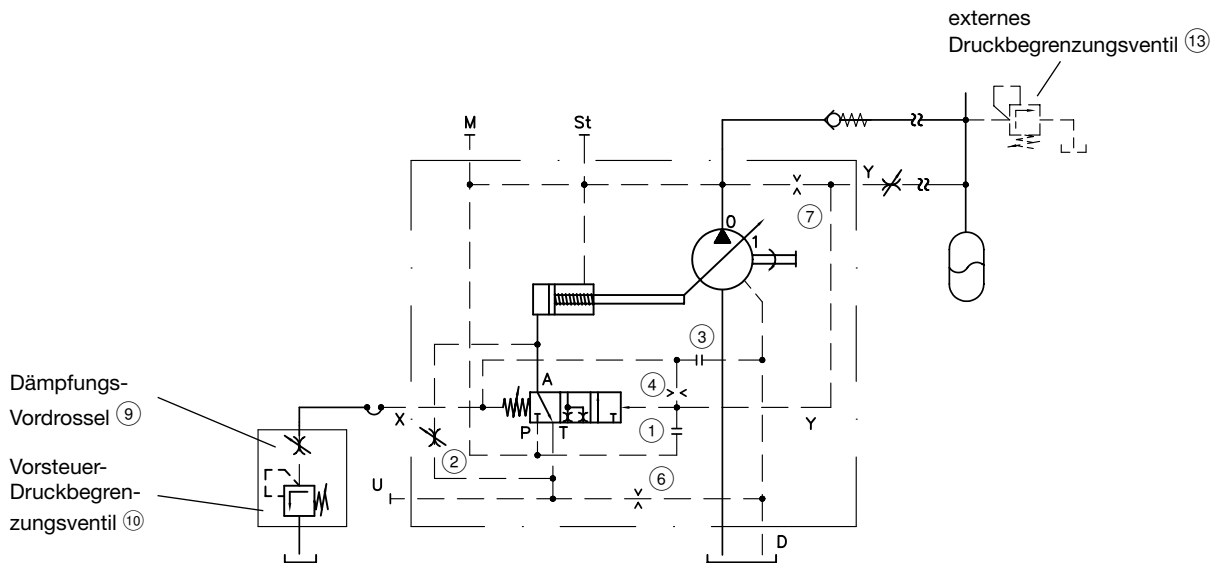
Zur Stabilisierung und Abstimmung auf das Drucksystem steht auch beim Druckregler Typ Pb neben der Bypass-Drossel ② die Dämpfungs-Vordrossel des Pilotventils zur Verfügung. Während die Bypass Drossel auf 1/4 ... 1/2 Umdrehung offen voreingestellt ist, muß die Vordrossel in der Pilot-Signalleitung so weit geschlossen werden, daß der Pumpendruck bei offenem Pilotventil 50 bar beträgt.

Die Kapazität der Signalleitung muß auf die Kapazität der Hauptleitung abgestimmt werden, damit die Eigenfrequenzen beider Leitungen im gleichen Bereich liegen.

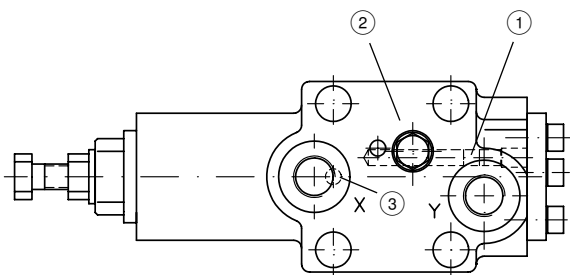
Als Faustwert gilt, von der Ölkapazität der Hauptleitung ca. 1% in der Signalleitung vorzusehen. Das gilt auch für Speicher. Auf die Weise können Drücke von 25 - 30 bar noch schwingungsfrei eingestellt werden. Sollte es trotz Bypass- und Vordrossel-Justierung und trotz richtigem Volumen in der Signalleitung noch zu Schwingungen kommen, kann eine Ablaufdüse ⑥ (empfohlene Düsenkombination M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30D-250) montiert werden.

Diese ist in der Standard-Ausführung an der Seite des Stellkolbengehäuses unter dem Zeichen "U" montierbar, damit auch Reglerkombinationen gedämpft werden können (Darstellung siehe Pos. 3.5).

Wenn das Stellkolbengehäuse für Leistungsregler vorbereitet ist, muß die Ablaufdüse im Leistungsregler selbst bzw. unter "U" im L-Ersatzdeckel montiert werden. Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt dämpfend auf Schwingungsanregungen.



#### Druckregler Typ Pb



- ① = Gewindestift M5
- ② = Bypass-Drossel
- ③ = Gewindestift M6 in T<sub>1</sub>,  
siehe Schnittdarstellung Pos. 3.2. a)
- ④ = Düse 0,8 mm
- ⑥ = Düse M6 x 1,2 (0,8 ... 1,6)
- ⑦ = Düse M6 x 1,8



### 3.3. Volumenstromregelung

#### a) Einfache Volumenstromregelung mit Volumenstromregler Typ Q

Mit einer Druckgefälle-Regelung über einer Konstant-Blende läßt sich der Volumenstrom konstant halten unabhängig von der Pumpendrehzahl und dem Druckniveau im System. Ein Hydromotor mit konstantem Schluckvolumen als Verbraucher wird lastunabhängig mit konstanter Drehzahl angetrieben.

In Systemen mit kleinen, unter Druck stehenden Ölvolumen von ca. 2 l reicht der einfache Volumenstromregler Typ Q mit einer Signalleitung aus, wenn die statische Genauigkeit nicht besser als ± 2% sein muß.

In der Hauptdruckleitung zwischen Pumpe und Hydromotor ist eine Meßblende <sup>15</sup> eingesetzt, die bei einem Differenzdruck zwischen 10 bar und 15 bar die gewünschte Fördermenge durchläßt. Der Durchmesser der Blende läßt sich mit folgender Gleichung bestimmen:  $d \text{ (mm)} = 0,7 \cdot \sqrt{Q}$   $Q = \text{Volumenstrom (l/min)}$

Damit ist der Volumenstrom vorgewählt und kann mit der Einstellschraube am Volumenstromregler feinjustiert werden.

In Strömungsrichtung hinter der Blende ist der Anschluß X<sub>2</sub> für die Signalleitung zum X-Anschluß des Q-Reglers. Die Signalleitung soll als Schlauchleitung mit Ø 6-9 mm bzw. 1/4" ausgeführt sein und nahe der Blende eine einstellbare Dämpfungsdrossel besitzen.

Zur Stabilisierung des Q-Reglers steht neben der Bypass- <sup>2</sup> und der Ablaufdüse noch die Dämpfungsdrossel <sup>14</sup> (z.B. Typ ED11 nach D 7540 oder Typ Q nach D 7730) in der Signalleitung zur Verfügung. Die Dämpfungsdrossel wird zuerst eingestellt, und zwar ergibt eine kleinere Einstellung eine höhere Dämpfung. Der Standardwert liegt zwischen 1/2 und 1 Umdrehung offen.

Eine weitere Öffnung der Bypass-Drossel <sup>2</sup> vom Standardwert 1/4 ... 1/2 Umdrehung offen hat neben der höheren Dämpfung auch Einfluß auf das Druckgefälle des Reglers und wirkt erhöhend. Da sich außerdem der Bypass-Volumenstrom bei steigendem Druck (Belastung) erhöht, hat die Öffnung der Bypass-Drossel bei höherem Druck mehr Einfluß, was zu einer weiteren Erhöhung des Druckgefälles führt. Dieser Einfluß läßt sich nutzen, um bei steigender Belastung des Verbrauchers (Motors) dessen höheres Lecköl durch leicht erhöhten Volumenstrom der Pumpe zu kompensieren.

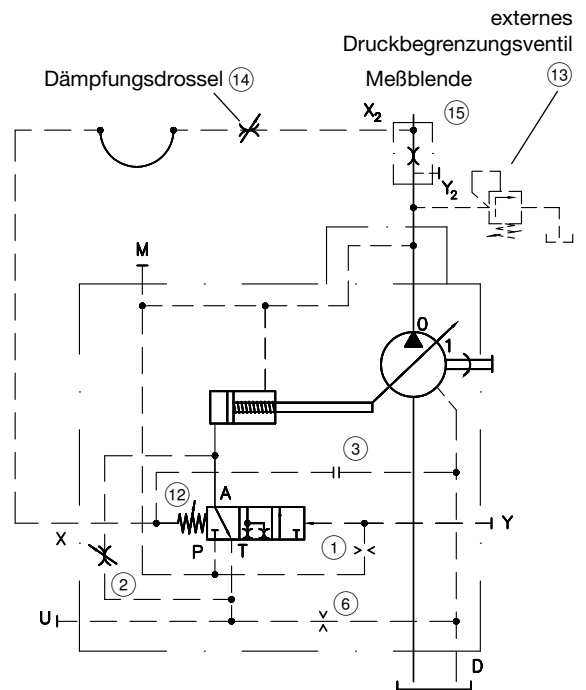
Sollte es trotz Justierung der Dämpfungsdrossel und der Bypass-Drossel <sup>2</sup> noch zu Schwingungen kommen, kann eine Ablaufdüse <sup>6</sup> montiert werden. Diese ist in der Standard-Ausführung an der Seite des Stellkolbengehäuses unter dem Zeichen "U" montierbar, damit auch Reglerkombinationen gedämpft werden können (Darstellung siehe Pos. 3.5).

Wenn das Stellkolbengehäuse für Leistungsregler vorbereitet ist, muß die Ablaufdüse im Leistungsregler selbst oder im L-Ersatzdeckel unter "U" montiert werden (empfohlene Düsendurchmesser M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30D-250). Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt so dämpfend auf Schwingungsanregungen.

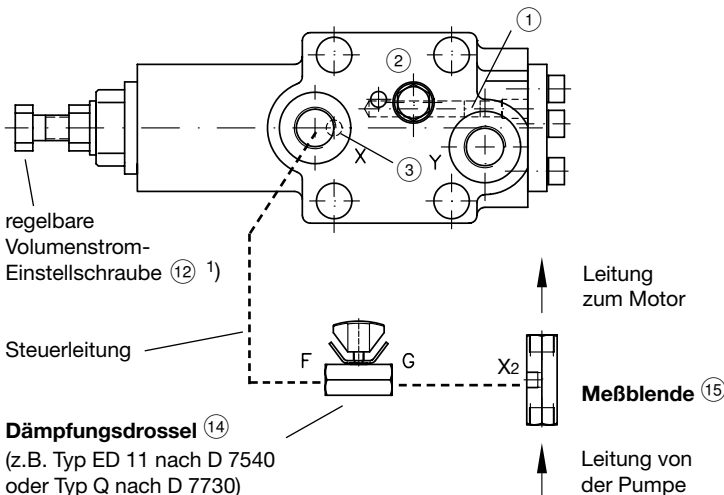
#### ● Einstellung des Volumenstromreglers Typ Q

Bei Inbetriebnahme die Einstellschrauben auf folgende Anfangswerte einstellen:

1. Einstellbare Bypass-Drossel <sup>2</sup> 1/4 ... 1/2 Umdrehung offen  
Werkzeuge: Ring- und Gabelschlüssel 10 mm
2. Ablaufdüse <sup>6</sup> (siehe Pos. 3.5)  
Verschlußschraube "U" (M6) demontieren und die Ablaufdüse M6, falls montiert, auf Verschmutzung überprüfen.  
Werkzeuge: Inbus-Schlüssel 5 mm und 3 mm
3. Volumenstrom-Einstellschraube <sup>12</sup> 1)  
Eindrehen ergibt mehr Volumenstrom  
Herausdrehen ergibt weniger Volumenstrom  
Werkzeuge: 2 Ring- und Gabelschlüssel 13 mm
4. Dämpfung-Drossel <sup>14</sup>  
zunächst 1 ... 2 Umdrehungen öffnen
5. Signalleitung  
Innerer-Ø 6 ... 9 mm (1/4"), Schlauchleitung
6. Externes Druckbegrenzungsventil im Pumpenkanal <sup>13</sup>  
Prüfen, ob ein niedriger Druck eingestellt ist.  
Einstellschraube gegebenenfalls herausdrehen.



#### Volumenstromregler Typ Q



- ① = Düse M5 x 1,0
  - ② = Bypass-Drossel
  - ③ = Gewindestift M6 in T<sub>1</sub>,  
siehe Schnittdarstellung Pos. 3.2. a)
  - ⑥ = Düse M6 x 1,2 (0,8 ... 1,6)
- Richtwert für Verstellung:  
 $\Delta Q \text{ (l/min)} \approx 1,23 \text{ d}^2/\text{U}$   
 $(\Delta p = 4,5 \text{ bar/U})$   
 d-Blendendurchmesser (mm)

1) **Achtung:** Kontermutter vor dem Einstellen ausreichend lösen, damit der einvulkanisierte Dichtring frei liegt und nicht beschädigt wird.

**b) Volumenstromregelung mit höherer Genauigkeit mit Volumenstromregler Typ Qb**

In größeren Drucksystemen mit mehr als 3 l druckgesetztem Ölvolumen nimmt man den Volumenstromregler Typ Qb, wenn die Genauigkeit bei ± 1% liegen soll.

Die Druckgefälle-Regelung über einer Konstant-Blende hält den Volumenstrom unabhängig von der Pumpendrehzahl und dem Druckniveau im System konstant. Ein Hydromotor mit konstantem Schluckvolumen als Verbraucher wird lastunabhängig mit konstanter Drehzahl angetrieben.

In der Hauptdruckleitung zwischen Pumpe und Hydromotor ist eine Meßblende eingesetzt, die bei einem Differenzdruck zwischen 10 und 15 bar die gewünschte Fördermenge durchläßt. Der Durchmesser der Blende läßt sich mit folgender Gleichung bestimmen:  $d(\text{mm}) = 0,7\sqrt{Q}$  Q = Volumenstrom (l/min)

Damit ist der Volumenstrom vorgewählt und kann mit der Einstellschraube des Qb-Reglers feinjustiert werden.

In Strömungsrichtung vor der Blende ist der Anschluß Y<sub>2</sub> für die Signalleitung zum Y-Anschluß des Qb-Reglers. Gleich hinter der Blende ist der Anschluß X<sub>2</sub> für die Signalleitung zum X-Anschluß des Qb-Reglers.

Die Signalleitungen sollen in der Regel als Schlauchleitungen gleicher Länge mit Ø 6-9mm bzw. 1/4" ausgeführt sein. Während die X-Leitung eine Dämpfungsdrössel (14) (z.B. Typ ED11 nach D 7540 oder Typ Q nach D 7730) in der Nähe der Blende benötigt, kann die Y-Leitung direkt verbunden werden. Die zusätzliche Signalleitung Y sorgt für höhere Genauigkeit gegenüber dem einfachen Q-Regler, da Störeinflüsse von Hauptdruckleitungs-Ausführung und Pumpenverstellung nicht in die Δp-Messung eingehen, sondern exakt der Druck vor und hinter der Blende gemessen wird.

Zur Stabilisierung des Volumenstromreglers Typ Qb steht neben der Bypass-Drössel (2) und der Ablaufdüse noch die Dämpfungsdrössel in der Signalleitung zur Verfügung. Die Dämpfungsdrössel wird zuerst eingestellt (eine kleinere Einstellung - starke Drösselung - ergibt eine höhere Dämpfung. Der Standardwert liegt zwischen 1/2 und 1 Umdrehung offen.

Eine weitere Öffnung der Bypass-Drössel (2) vom Standardwert 1/4 ... 1/2 Umdrehung offen hat neben der höheren Dämpfung auch Einfluß auf das Druckgefälle des Reglers und wirkt erhöhend. Da sich außerdem der Bypass-Volumenstrom bei steigendem Druck (Belastung) erhöht, hat die Öffnung der Bypassdrössel bei höherem Druck mehr Einfluß, was zu einer weiteren Erhöhung des Druckgefälles führt. Dieser Einfluß läßt sich nutzen, um bei steigender Belastung des Verbrauchers (Motors) dessen höheres Lecköl durch leicht erhöhten Volumenstrom der Pumpe zu kompensieren.

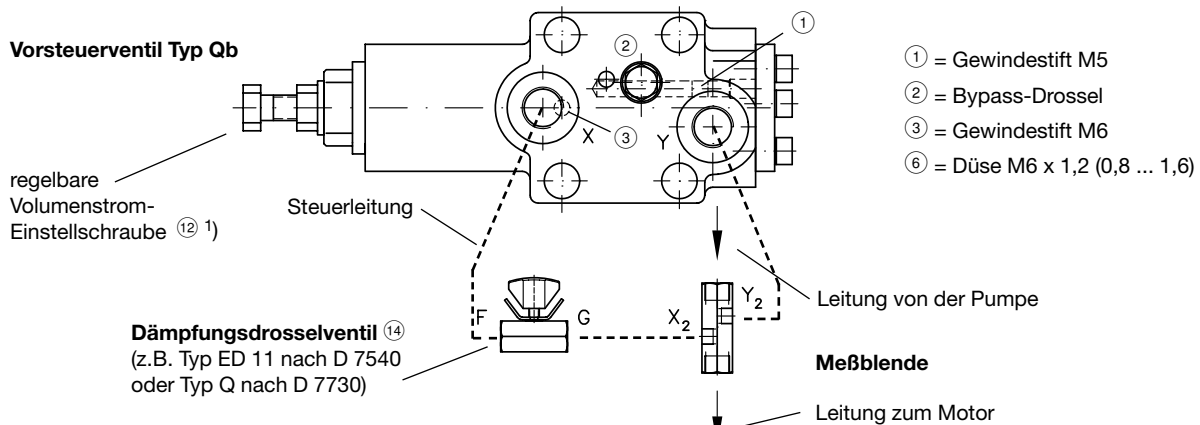
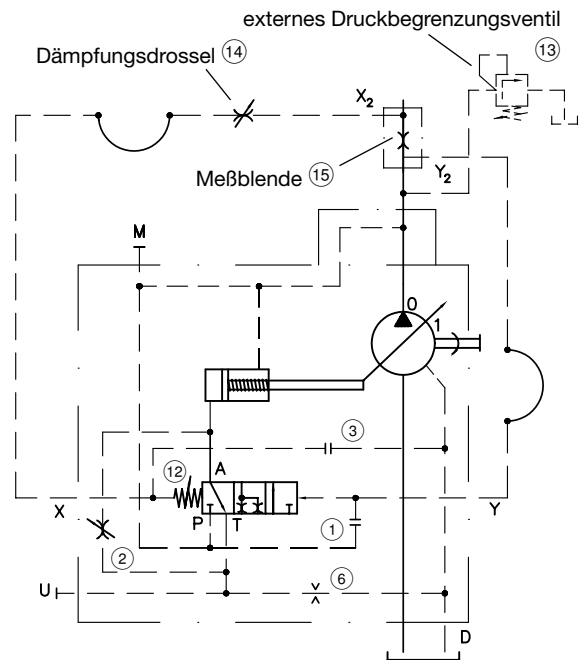
Sollte es trotz Justierung der Dämpfungsdrössel und der Bypass-Drössel (2) noch zu Schwingungen kommen, kann eine Ablaufdüse (6) montiert werden. Diese ist in der Standard-Ausführung an der Seite des Stellkolbengehäuses unter dem Zeichen "U" montierbar, damit auch Reglerkombinationen gedämpft werden können (Darstellung siehe Pos. 3.5).

Wenn das Stellkolbengehäuse für Leistungsregler vorbereitet ist, muß die Ablaufdüse im Leistungsregler selbst oder im L-Ersatzdeckel unter "U" montiert werden (empfohlene Düsendurchmesser M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30D-250). Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt so dämpfend auf Schwingungsanregungen.

**● Einstellung des Volumenstromreglers Typ Qb**

Bei Inbetriebnahme die Einstellschrauben auf folgende Anfangswerte einstellen:

1. Einstellbare Bypass-Drössel (2) 1/4 ... 1/2 Umdrehung offen  
Werkzeuge: Ring- und Gabelschlüssel 10 mm  
Alte Ausführung:  
Feste Bypass-Düse M6 x1,0  
Werkzeuge: Inbus-Schlüssel 5 und 3 mm
2. Ablaufdüse (6) (siehe Pos. 3.5)  
Verschlußschraube "U" (M6) demontieren und die Ablaufdüse M6, falls montiert, auf Verschmutzung überprüfen.  
Werkzeuge: Inbus-Schlüssel 5 und 3 mm
3. Volumenstrom-Einstellschraube (12) 1)  
Eindrehen ergibt mehr Volumenstrom  
Herausdrehen ergibt weniger Volumenstrom  
Werkzeuge: 2 Ring- und Gabelschlüssel 13 mm
4. Dämpfungs-Drössel (14)  
zunächst 2 ... 3 Umdrehungen öffnen
5. Signalleitung  
Innerer-Ø 6 ... 9 (1/4"), Schlauchleitung
6. Externes Druckbegrenzungsventil im Pumpenkanal (13)  
Prüfen, ob ein niedriger Druck eingestellt ist.  
Einstellschraube gegebenenfalls herausdrehen.



1) **Achtung:** Kontermutter vor dem Einstellen ausreichend lösen, damit der einvulkanisierte Dichtring frei liegt und nicht beschädigt wird.

### 3.4. Load-Sensing-Regelung

#### a) Einfache Load-Sensing-Regelung mit Load-Sensing-Regler Typ LS

Die LS-Regelung ist in der Funktion ähnlich der Q-Volumenstrom-Regelung. Darüber hinaus handelt es sich bei der Blende um eine variable, von der meistens mehrere parallel geschaltet sind, um verschiedene Verbraucher zu versorgen. Da die Blenden sogar ganz geschlossen werden können, darf in dem Fall der Pumpendruck unter den Lastdruck oder die Lastdrücke sinken. Aus Energiespargründen wird bei geschlossener Blende die Signalleitung automatisch zum Tank entlastet. Das hat zur Folge, daß die Pumpe bei einem Standby-Druck, den die Reglerfeder-Vorspannung bestimmt (serienmäßige Einstellung 25 bar) zum Nullhub übergeht.

Die Drucksysteme bei Load-Sensing-Anwendungen reichen von kurzen Systemen (siehe Pos. 3.3.a) bis zu großen Systemen (siehe Pos. 3.3.b). Bei den verschiedenen großen Systemen hat sich gezeigt, daß die Größe der Signalleitung jeweils angepaßt werden muß. Die Übertragungsgeschwindigkeit und die Dämpfung sind dann optimal, wenn das Volumen der Signalleitung 10% der Hauptdruckleitung zwischen Pumpe und Wegeventil beträgt.

Bei gleicher Länge der Leitungen bedeutet es, daß der innere Durchmesser der Signalleitung 1/3 des inneren Durchmessers der Hauptdruckleitung aufweist. Die Signalleitung soll vorwiegend aus Schlauch bestehen. Zur Feinabstimmung wird in die Signalleitung, nahe am Wegeventil, eine Dämpfungsdrossel (14) eingesetzt. Wenn noch Schwingungen auftreten, kann diese bis auf 1/2 Umdrehung geschlossen werden.

In schwierigen Fällen kann eine weitere Stabilisierung über die Bypass-Drossel (2) erreicht werden. Die Voreinstellung beträgt 1/4 ... 1/2 Umdrehung offen.

Sollte es trotz Justierung der Dämpfungsdrossel und der Bypass-Drossel (2) noch zu Schwingungen kommen, kann eine Ablaufdüse (6) montiert werden. Diese ist in der Standard-Ausführung an der Seite des Stellkolbengehäuses unter dem Zeichen "U" montierbar, damit auch Reglerkombinationen gedämpft werden können (Darstellung siehe Pos. 3.5).

Wenn das Stellkolbengehäuse für Leistungsregler vorbereitet ist, muß die Ablaufdüse im Leistungsregler selbst oder im L-Ersatzdeckel unter "U" montiert werden (empfohlene Düsendurchmesser M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30D-250). Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt so dämpfend auf Schwingungsanregungen.

Eine Druckbegrenzungsregelung kann realisiert werden, indem an die Signalleitung zwischen Load-Sensing-Regler und der Dämpfungsdrossel parallel ein Vorsteuer-Druckbegrenzungsventil (10) angeschlossen wird (analog zu Funktion bei Druckregler Typ P nach Pos. 3.2.c). Damit erhält der LS-Regler zusätzlich eine Druckregelfunktion durch Vorsteuerung, indem das Vorsteuer-Druckventil den Druck in der Signalleitung begrenzt und damit den Pumpendruck.

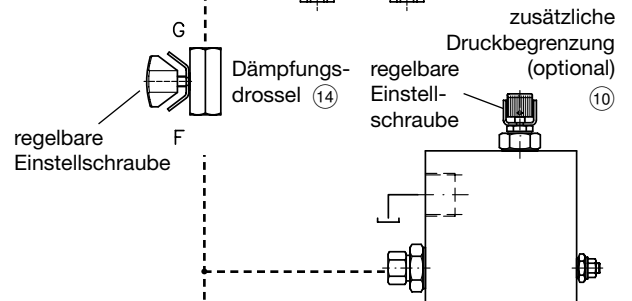
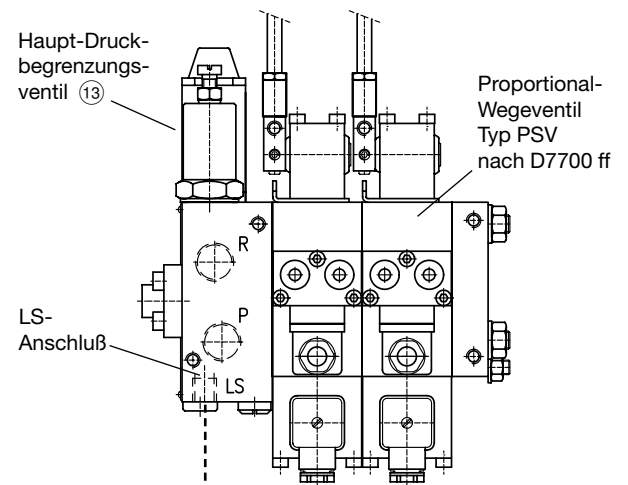
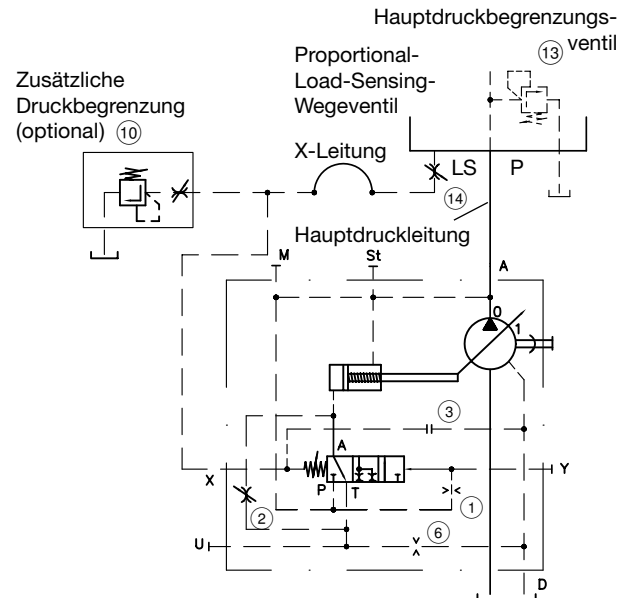
Richtwert für Verstellung:  $\Delta p = 14 \text{ bar/U}$

#### ● Einstellung des Load-Sensing-Reglers

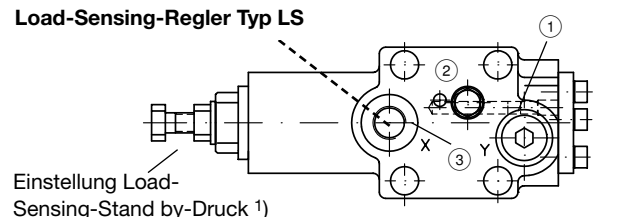
Bei Inbetriebnahme die Einstellschrauben auf folgende Anfangswerte einstellen:

- 1 Einstellbare Bypass-Drossel (2) 1/4 ... 1/2 Umdrehung offen  
Werkzeuge: Ring- und Gabelschlüssel 10 mm
- 2 Ablaufdüse (6) (siehe Pos. 3.5)  
Verschlußschraube "U" (M6) demontieren und die Ablaufdüse M6, falls montiert, auf Verschmutzung überprüfen.  
Werkzeuge: Inbus-Schlüssel 5 und 3 mm
- 3 Signalleitung  
das Ölvolumen der X-Leitung soll 10% des Volumens der Hauptdruckleitung zwischen Pumpe und Wegeventil betragen. Wenn beide Leitungen dieselbe Länge haben, muß der innere Durchmesser der X-Leitung 1/3 der Hauptdruckleitung sein
- 4 Dämpfungsdrossel (14)  
zunächst 2 ... 3 Umdrehungen öffnen
- 5 Druckbegrenzung im LS-Kanal (10)  
Einstellschraube zunächst bis zum Anschlag herausdrehen
- 6 Externes Hauptdruckbegrenzungsventil im Pumpenkanal (13)  
Prüfen, ob ein niedriger Druck eingestellt ist. Einstellschraube gegebenenfalls herausdrehen.
- 7 Einstellung Stand-by-Druck am Load-Sensing-Regler

- 1) **Achtung:** Kontermutter vor dem Einstellen ausreichend lösen, damit der einvulkanisierte Dichtring frei liegt und nicht beschädigt wird.



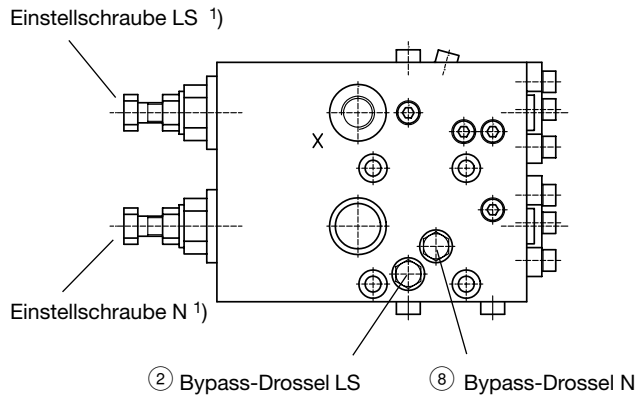
#### Load-Sensing-Regler Typ LS



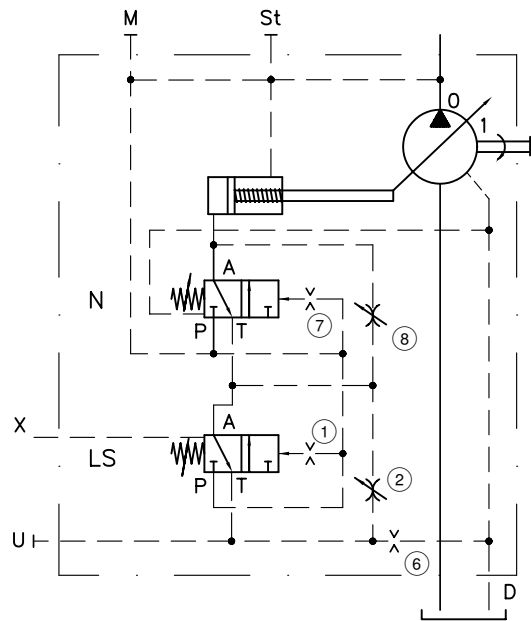
- 1 = Düse M5 x 1,0      3 = Gewindestift M6  
2 = Bypass-Drossel      6 = Düse M6 x 1,2 (0,8 ... 1,6)

**b) Load-Sensing-Regelung mit zusätzlicher Druckbegrenzung mit LS-Regler Typ LSN**

Die Funktion des N-Reglers ist wie unter Position 3.2.a) beschrieben, ebenso die Stabilisierung.  
 Auch beim LS-Regler erfolgt die Einstellung nach den Vorgaben unter Position 3.4. a.  
 Bei der Abstimmung beider Regler ist darauf zu achten, daß die Bypass-Drossel des N-Reglers jeweils ca. 1/2 Umdrehung weiter geschlossen ist als die Bypass-Drossel des LS-Reglers.  
 Die Ablaufdüse ⑥ unter "U" ist für beide Regler zuständig und wird benutzt wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben.



Richtwert für Verstellung	
	$\Delta p$ (bar/U)
LS	14
N250	54
N400	82



- ① Düse  $\varnothing 1,0$  mm (LS)
- ② Bypass-Drossel (LS)
- ⑥ Düse M6 x 1,2 (0,8 ... 1,6)
- ⑦ Düse  $\varnothing 1,0$  mm (N)
- ⑧ Bypass-Drossel (N)

1) **Achtung:** Kontermutter vor dem Einstellen ausreichend lösen, damit der einvulkanisierte Dichtring frei liegt und nicht beschädigt wird.

### 3.5. Leistungsregelung

#### a) Leistungsregelung mit Leistungsregler Typ L

Der Leistungsregler kann in allen Arten von Drucksystemen eingesetzt werden, obwohl er ohne stabilisierende Bypass-Düse ausgeführt ist.

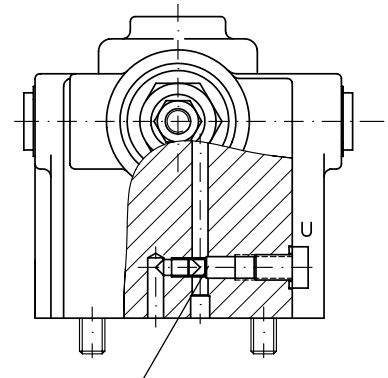
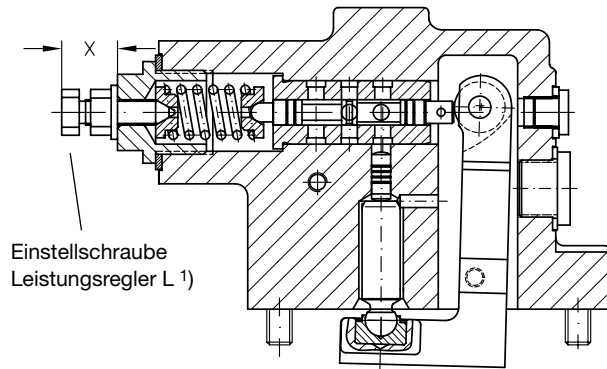
Der Grund für die Eigenstabilität liegt darin, daß dem Leistungsregler zwei Zustandsgrößen rückgemeldet werden. Neben dem aktuellen Druck wird über eine hubabhängige Hebellänge auch der aktuelle Schwenkwinkel dem kraftabgleichenden Regelkolben zur Verfügung gestellt.

Diese doppelte Rückführung wirkt so prompt und rechtzeitig, daß auf weitere Stabilisierungsmaßnahmen verzichtet werden kann. Lediglich die schon früher angesprochene Ablaufdrossel ⑥ kann montiert werden (empfohlene Düsendurchmesser M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30 D-250). Diese muß bei einer Pumpenausführung mit Leistungsregler im Leistungsregler selbst unter dem mit "U" bezeichneten Stopfen montiert werden.

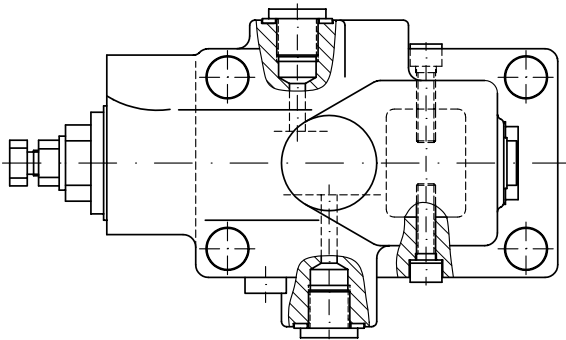
Da der Leistungsregler das letzte Glied in der Kette von Reglerkombinationen bildet, muß die Ablaufdrossel ⑥ auch für vorgeschaltete Regler der Kombination im Leistungsregler montiert werden. Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt so dämpfend auf Schwingungsanregungen.

Grobe Richtwerte für die Verstellung des Leistungsreglers sind im Diagramm Seite 14 unten zu finden.

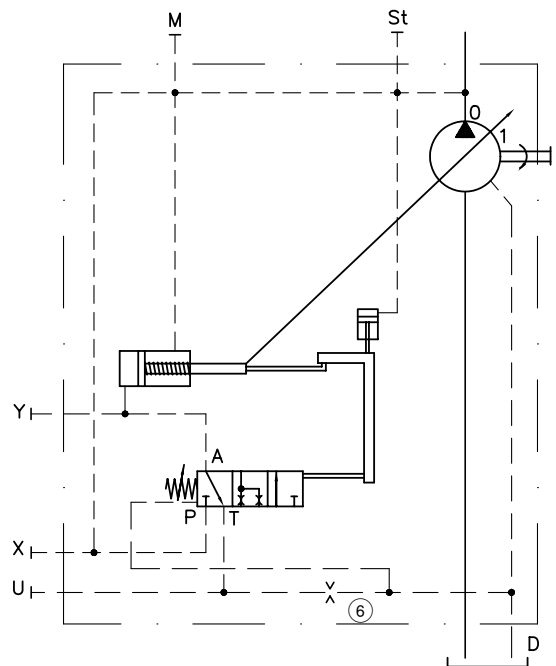
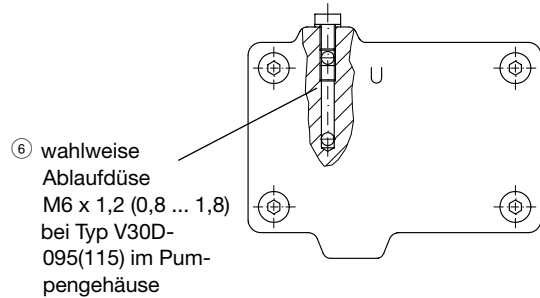
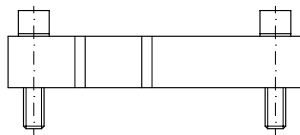
#### Leistungsregler Typ L



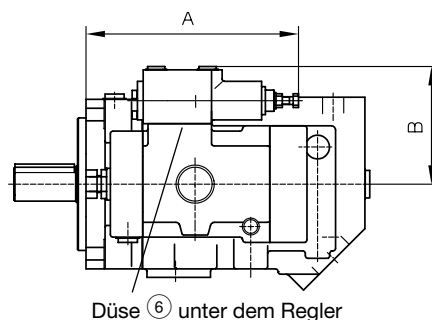
⑥ Ablaufdüse M6 x 1,2 (0,8 ... 1,6) bei Ausführung mit Leistungsregler (entfällt bei Druckregler Typ N/ND)



#### Deckel am Regelkopf (ohne Leistungsregler Typ L)



Lage der Ablaufdüse ⑥ M6x1,2 (0,8...1,6) bei Typ V30D-045 (075, 140, 160) ohne Leistungsregler

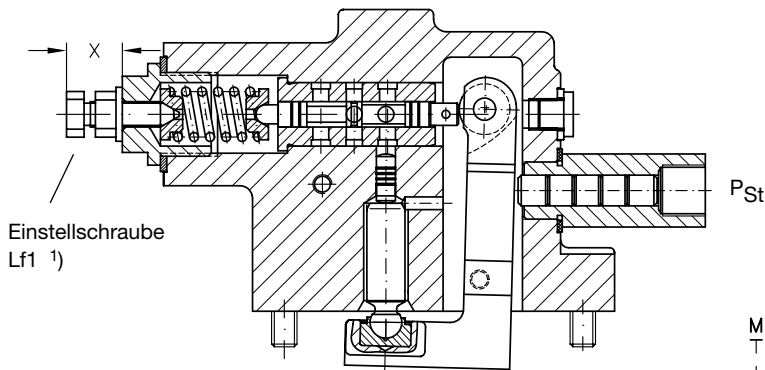


1) **Achtung:** Kontermutter vor dem Einstellen ausreichend lösen, damit der einvulkanisierte Dichtring frei liegt und nicht beschädigt wird.

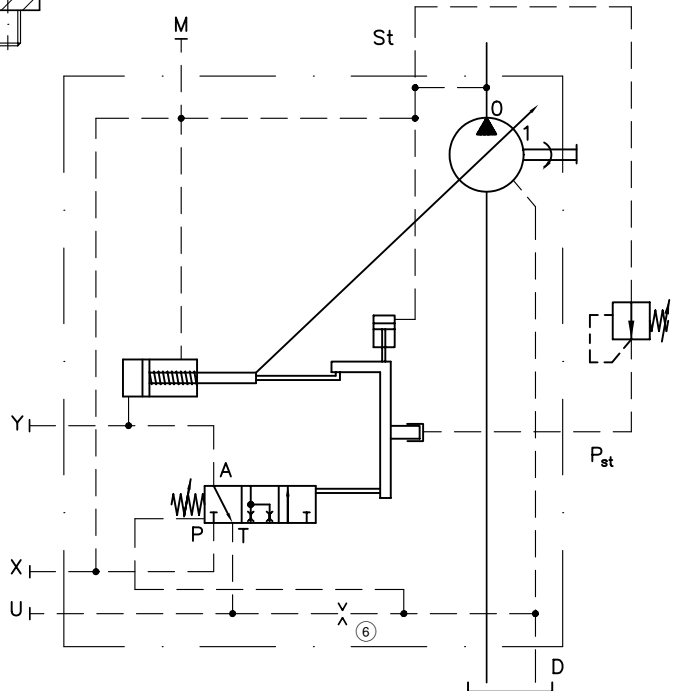
**b) variable Leistungsregelung mit Leistungsregler Typ Lf1**

Der hydraulisch verstellbare Leistungsregler Lf1 funktioniert ohne Steuerdruck am Anschluss P<sub>St</sub> genauso wie ein Standard-Leistungsregler, Typ L.  
 Ein Druck am Steueranschluss P<sub>St</sub> kompensiert die Kraft der Regelfeder proportional und reduziert so die mit der Stellschraube eingestellte Federkraft und damit die eingestellte Leistung.  
 Die Wirkrichtung des Steuerdrucks von Nennleistung zur minimalen Leistung hat den Vorteil, dass der eigene Pumpendruck als Quelle für den Steuerdruck benutzt werden kann.  
 Ein zwischen Pumpendruck und Steuerdruck geschaltetes Druckregelventil reicht aus, um die Pumpe zwischen Nennleistung (kein Steuerdruck) und Nullleistung (offenes Ventil) zu regeln. Bei Leistungen unter 50% der Eckleistung kann dieser steuerbare Leistungsregler auch als grober Förderstromregler verstanden werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass die eingestellte Nennleistung durch die Steuerung nicht überschritten werden kann.  
 Stabilisierungsmaßnahmen erfolgen wie beim Standard-Leistungsregler durch eine Ablaufdüse. Diese muss bei Pumpenausführung mit Leistungsregelung im Leistungsregler selbst unter dem mit "U" bezeichneten Stopfen montiert werden. (Darstellung siehe unten).

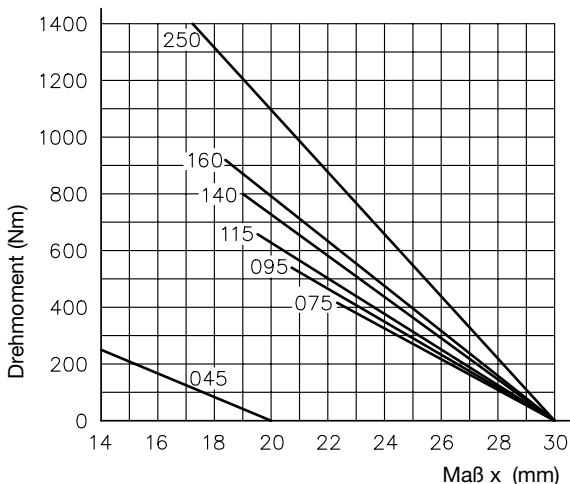
Da der Leistungsregler das letzte Glied in der Kette von Reglerkombinationen bildet, muss die Ablaufdüse ⑥ auch für vorge-schaltete Regler der Kombination im Leistungsregler montiert werden (empfohlene Düsendurchmesser M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30 D-250). Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt so dämpfend auf Schwingungsanregungen.  
 Grobe Richtwerte für die Verstellung sind im Diagramm unten zu finden.



1) **Achtung:** Kontermutter vor dem Einstellen ausreichend lösen, damit der einvulkanisierte Dichting frei liegt und nicht beschädigt wird.



Grobe Richtwerte für die Verstellung des Leistungsreglers



Leistungsberechnung:  
 $P \text{ (kW)} = M \text{ (Nm)} \times n \text{ (min}^{-1}) / 9550$

Beispiel: V30D.250.../L,  
 x = 21mm, d.h. Drehmoment M ≈ 1000 Nm  
 Antriebsmotor mit n ≈ 1450 min<sup>-1</sup>  
 P = 1000 · 1450/9550 ≈ 152 kW



### 3.6. Proportionale Volumenstromverstellung

#### a) Hydraulische Proportionalverstellung Typ VH

Das Hubvolumen einer Verstellpumpe mit hydraulischer Proportionalverstellung kann analog zu einem Steuerdruck von 7 ... 32 bar eingestellt werden.

##### ● Aufbau

Eine verstellbare Axialkolbenpumpe hat eine schwenkbare Wiege, die mit einem Stellkolben verbunden ist. Der Hub des Stellkolbens bestimmt das Hubvolumen der Pumpe. Für die hydraulische Proportionalverstellung befindet sich auf der großen Seite des Stellkolbens eine Meßfeder, deren anderes Ende auf den Kolben des Proportional-Ventils wirkt.

Da außerdem auf den Ventilkolben der Stelldruck wirkt, wird dieser zur eigenen Kompensation auf das Ende des Steuerkolbens geleitet, der den gleichen Durchmesser hat.

Der Raum zwischen Ventil- und Steuerkolben hat eine drucklose Verbindung zum Tank. Die Ringfläche des Steuerkolbens ermöglicht es, mit dem Steuerdruck den Ventilkolben zu verschieben, die Kraft der Meßfeder abzugleichen und den Stellkolben gezielt zu verstellen.

##### ● Hilfsdruck- und Steuerdruck-Versorgung

Das minimale Hubvolumen der Hauptpumpe ist Nullhub, so daß in dem Fall nicht genügend Druck für den Stellkolben zur Verfügung steht. Deswegen wird eine Hilfspumpe gebraucht, die über ein Rückschlagventil an den Anschluß St der Hauptpumpe angeschlossen wird.

Zusammen mit dem Rückschlagventil an der Hauptpumpe wird sichergestellt, daß der jeweils höhere Druck den Stellkolben versorgt.

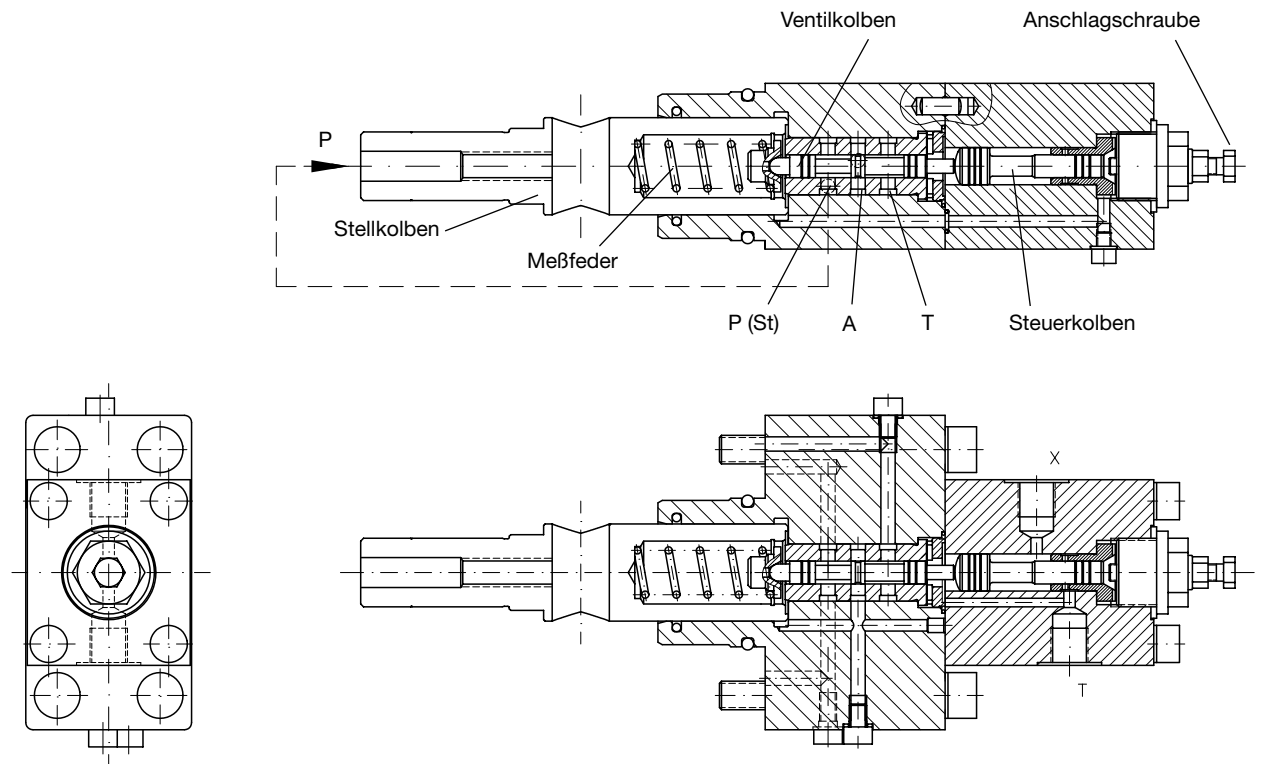
Die Hilfspumpe soll bei einem Druck von 50 ... 60 bar ca. 14 l/min für die V30D-250 liefern und ca. 7 ... 10 l/min für die kleineren Pumpen.

Eine zweite Druckleitung von der Hilfspumpe kann dann zur Versorgung des Steueranschlusses X bzw. des Vorsteuer-Druckbegrenzungsventils benutzt werden.

Der Durchfluß dieser Leitung muß mit einer Drossel auf 1 ... 2 l/min begrenzt werden.

Der Steuerdruck muß einen Einstellbereich haben von ca. 7 bar (für Nullhub) bis ca. 32 bar für den vollen Förderstrom der Hauptpumpe.

#### Hydraulische Proportionalverstellung Typ VH







- **Funktion**

Das Schnittbild der Verstellung zeigt die Bauteile in Ruheposition. Wenn die Hilfspumpe eingeschaltet wird, erhält der Anschluß St der Hauptpumpe den Hilfsdruck. Bei Inbetriebnahme ist das Vorsteuer-Druckbegrenzungsventil normalerweise offen, so daß der Anschluß X nur den Minimaldruck hat. In dem Fall wird der Ventilkolben von der Meßfeder zum äußeren Anschlag geschoben. Dadurch wird der Druck zur großen Seite des Stellkolbens durchgeschaltet, der die Wiege folglich nach Null fährt. Die kleine Fläche des Stellkolbens ist ständig mit Druck beaufschlagt.

Wenn das Vorsteuer-Druckbegrenzungsventil höher als 7 bar gesetzt wird, bewegen sich die Steuer- und Ventilkolben gegen die Meßfeder und verbinden die große Seite des Stellkolbens mit dem Tank. Der Stellkolben bewegt die Wiege zu größerem Hubvolumen und spannt dabei die Meßfeder. Die Bewegung endet, wenn die Kraft der Meßfeder den eingestellten Druck am Vorsteuer-Druckbegrenzungsventil genau abgleicht und das Proportional-Ventil schließt.

Bei 32 bar Vorsteuerdruck wird die volle Auslenkung erreicht, und die Pumpe erreicht volles Hubvolumen.

Als Hilfspumpe ist eine Zahnradpumpe zu bevorzugen, weil ihre Pulsation Haftreibungseffekte der Verstellung minimiert.

- **Einstellung**

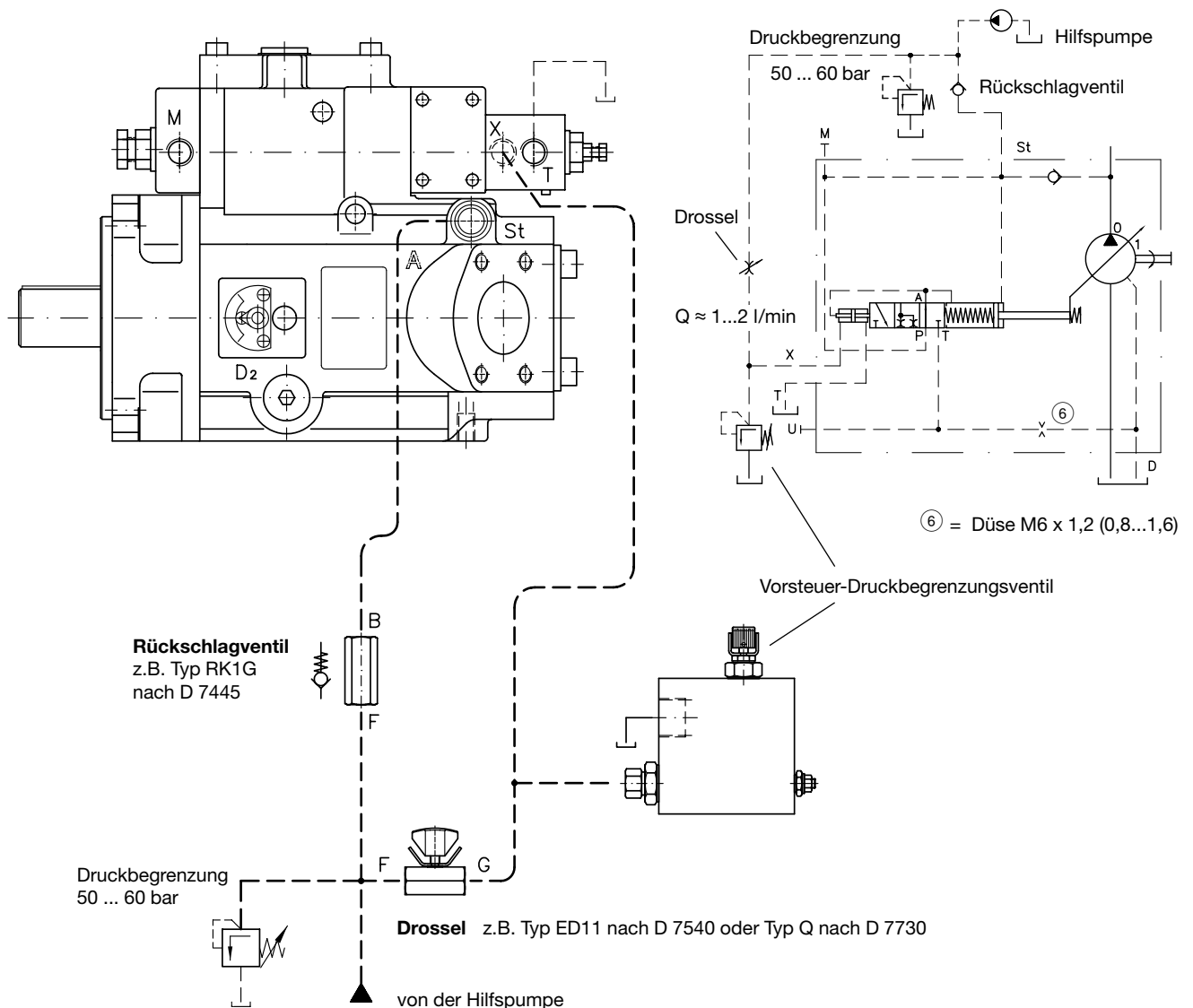
Der Hub des Ventilkolbens ist einstellbar, um die Verstärkung und Auflösung des Ventils optimieren zu können. Zu dem Zweck befindet sich an der Stirnseite des Ventils eine M6-Anschlagschraube mit entsprechender Seal-Lock-Mutter. Für die Einstellung ist es notwendig, daß die Hilfspumpe läuft und das Vorsteuer-Druckbegrenzungsventil geöffnet ist. Dabei braucht die Hauptpumpe nicht aktiviert werden.

Bei geöffnetem Vorsteuer-Druckbegrenzungsventil fährt die Wiege in Nullstellung. Anschließend kann die Seal-Lock-Mutter gelöst und die Anschlagschraube hineingedreht werden. Nach wenigen Umdrehungen beginnt die Wiege auszuschnellen, was am Schwenkwinkelzeiger beobachtet werden kann. Das bedeutet, daß die Nullstellung des Ventilkolbens erreicht ist. Durch Zurückdrehen der Anschlagschraube um 1 bis 1,5 Umdrehungen wird der optimale Hub eingestellt. Ein kleinerer Hub begrenzt die Stellgeschwindigkeit der Pumpe.

Falls Schwingungen auftreten, kann eine Ablaufdüse ⑥ eingesetzt werden. Diese ist in der Standard-Ausführung an der Seite des Stellkolbengehäuses unter dem Zeichen "U" montierbar, damit auch Reglerkombinationen gedämpft werden können (Darstellung siehe Pos. 3.5).

Wenn das Stellkolbengehäuse für Leistungsregler vorbereitet ist, muß die Ablaufdüse im Leistungsregler selbst oder im L-Ersatzdeckel unter "U" montiert werden (empfohlene Düsendurchmesser M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30 D-250). Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt so dämpfend auf Schwingungsanregungen.

### Hydraulische Proportionalverstellung Typ VH



## b) Elektro-hydraulische Proportionalverstellung Typ V

Das Hubvolumen einer Verstellpumpe mit elektro-hydraulischer Proportionalverstellung kann analog zu einem Steuerstrom von ca. 300 mA bis ca. 800 mA eingestellt werden.

### ● Aufbau

Eine verstellbare Axialkolbenpumpe hat eine schwenkbare Wiege verbunden mit einem Stellkolben. Der Hub des Stellkolbens bestimmt das Hubvolumen der Pumpe. Für die elektro-hydraulische Proportionalverstellung befindet sich auf der großen Seite des Stellkolbens eine Meßfeder, deren anderes Ende auf den Kolben des Proportional-Ventils wirkt.

Da auf den Ventilkolben außerdem der Stelldruck wirkt, wird dieser zur eigenen Kompensation auf die Gegenseite des Ventilkolbens geleitet. Im anschließenden Proportionalmagneten ist es ebenso. Zur Kompensation erhalten die äußeren Enden der Magnetachse auch den Stelldruck.

Damit korrespondiert unabhängig vom Stelldruck die Magnetkraft über den Ventilkolben mit der Kraft der Meßfeder. Das ergibt die Möglichkeit, mit dem Magnetstrom die Kraft bzw. die gespannte Länge der Meßfeder abzugleichen und den Stellkolben gezielt zu verstellen.

### ● Hilfsdruck-Versorgung

Das minimale Hubvolumen der Hauptpumpe ist Nullhub, so daß in dem Fall nicht genügend Druck für den Stellkolben zur Verfügung steht. Deswegen wird eine Hilfspumpe gebraucht, die über ein Rückschlagventil an den St-Anschluß der Hauptpumpe angeschlossen wird.

Zusammen mit dem Rückschlagventil an der Hauptpumpe wird sichergestellt, daß der jeweils höhere Druck den Stellkolben versorgt.

Die Hilfspumpe soll bei einem Druck von 50 ... 60 bar ca. 14 l/min für die V30D-250 liefern und ca. 7 ... 10 l/min für die kleineren Pumpen.

### ● Stromversorgung

Der Proportional-Magnet benötigt eine spezielle Stromversorgung, um mit geringer Hysterese arbeiten zu können. Aus diesem Grund stellt die Stromversorgungskarte dem Magneten keinen schlichten Gleichstrom zur Verfügung, sondern mit bestimmter Frequenz getaktete Rechteck-Stromimpulse. Die günstigste Frequenz liegt bei 80 Hz und über die Pulsweite wird die Magnetkraft variiert. Minimaler und maximaler Magnetstrom lassen sich einstellen, um den gewünschten Einstellbereich festzulegen. Der minimale Magnetstrom sollte so hoch gelegt werden, daß die Pumpenverstellung kurz vor Förderbeginn steht, um einen Anfahrsprung zu vermeiden.

Der zulässige maximale Magnetstrom des Proportional-Verstärkers sollte den Grenzstrom des Magneten nicht überschreiten.

Einsetzbar sind z.B. Proportional-Verstärker Typ EV1M2 nach D 7831/1, EV22K2 nach D 7817/1 oder EV1G1 nach D 7837 sowie die speicherprogrammierbare Ventilsteuerung Typ PLVC nach D 7845.

Der Sollwert wird normalerweise über ein Potentiometer (0 ... 10V) eingegeben, das von der Karte selbst versorgt wird.

Die Geschwindigkeit der Verstellung kann über Rampenfunktionen begrenzt werden.

### ● Funktion

Das Schnittbild der Verstellung zeigt die Bauteile in Ruheposition. Wenn die Hilfspumpe eingeschaltet wird, erhält der Anschluß St der Hauptpumpe den Hilfsdruck. Bei Inbetriebnahme ist der Magnet normalerweise nicht erregt, so daß der Ventilkolben von der Meßfeder zum äußeren Anschlag geschoben wird. Dadurch wird der Hilfsdruck zur großen Seite des Stellkolbens durchgeschaltet, der die Wiege folglich nach Null fährt. Die kleine Fläche des Stellkolbens ist ständig mit Druck beaufschlagt.

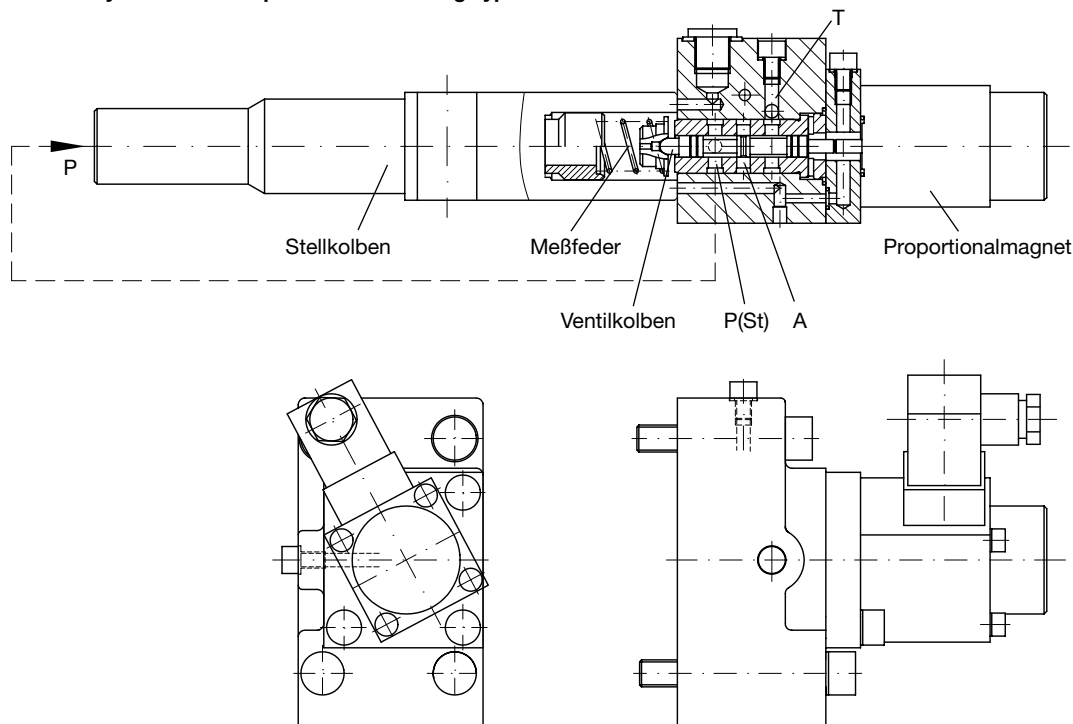
Wenn der Magnet mit mehr als 300 mA erregt wird, bewegt der Magnet den Ventilkolben gegen die Meßfeder und verbindet die große Seite des Stellkolbens mit dem Tank. Der Stellkolben bewegt die Wiege zu größerem Hubvolumen und spannt dabei die Meßfeder. Die Bewegung endet, wenn die Kraft der Meßfeder die Kraft des Magneten genau abgleicht und das Proportional-Ventil schließt.

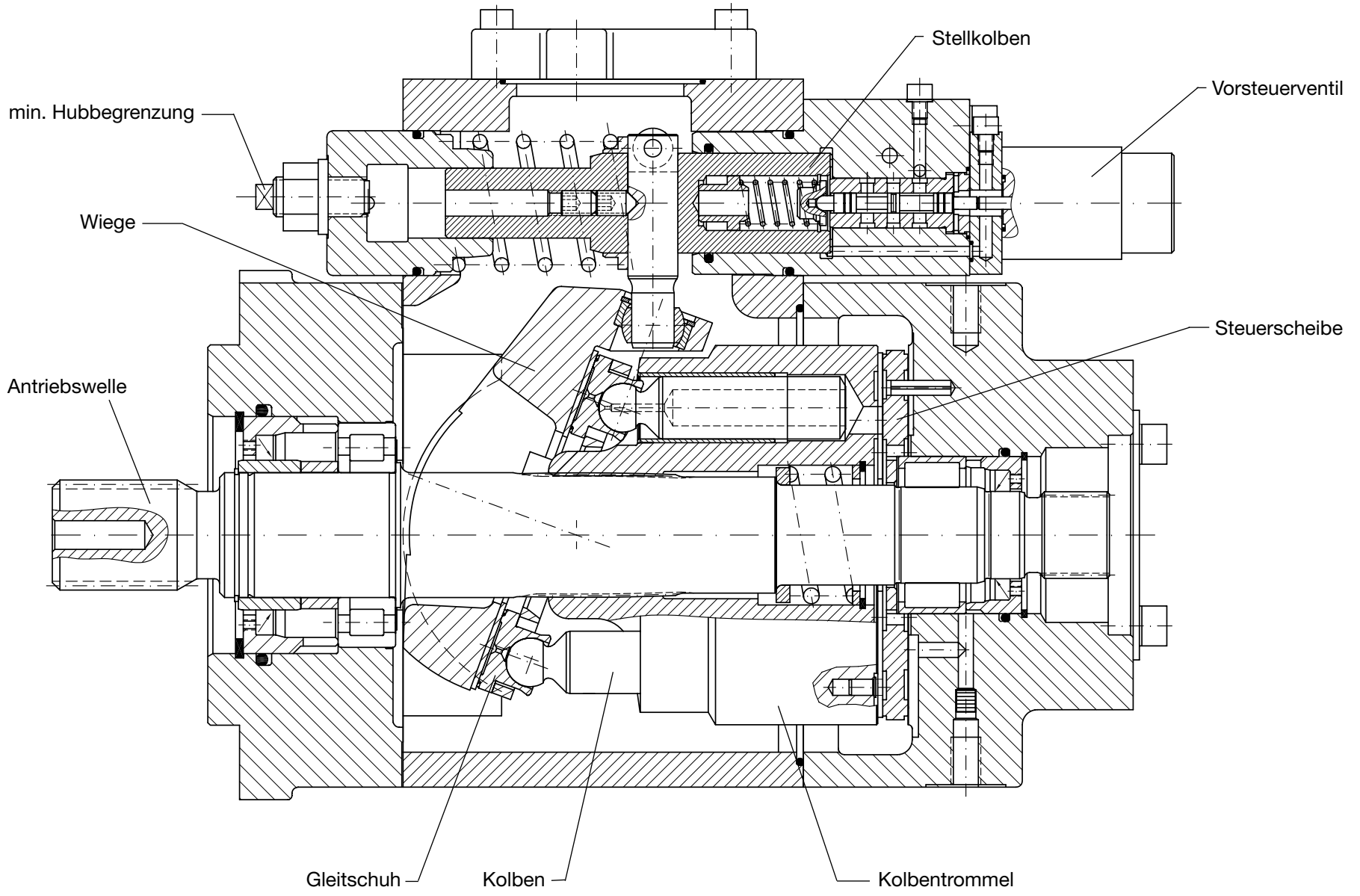
Bei ca. 800 mA des 24V-Magneten wird die volle Auslenkung erreicht, und die Pumpe erreicht volles Hubvolumen.

Für den 12V-Magneten gelten die doppelten Stromwerte. Also ca. 600 mA für Nullhub bzw. Förderbeginn und ca. 1600 mA für das volle Hubvolumen.

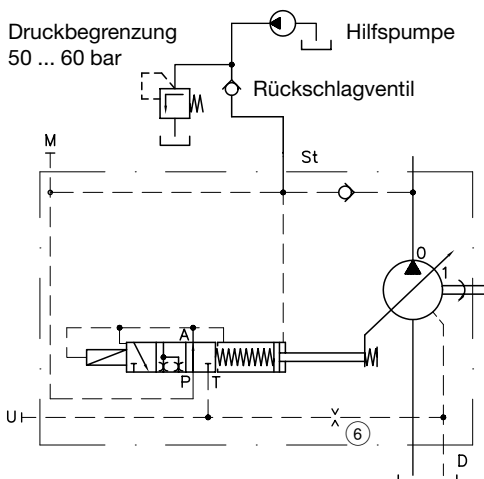
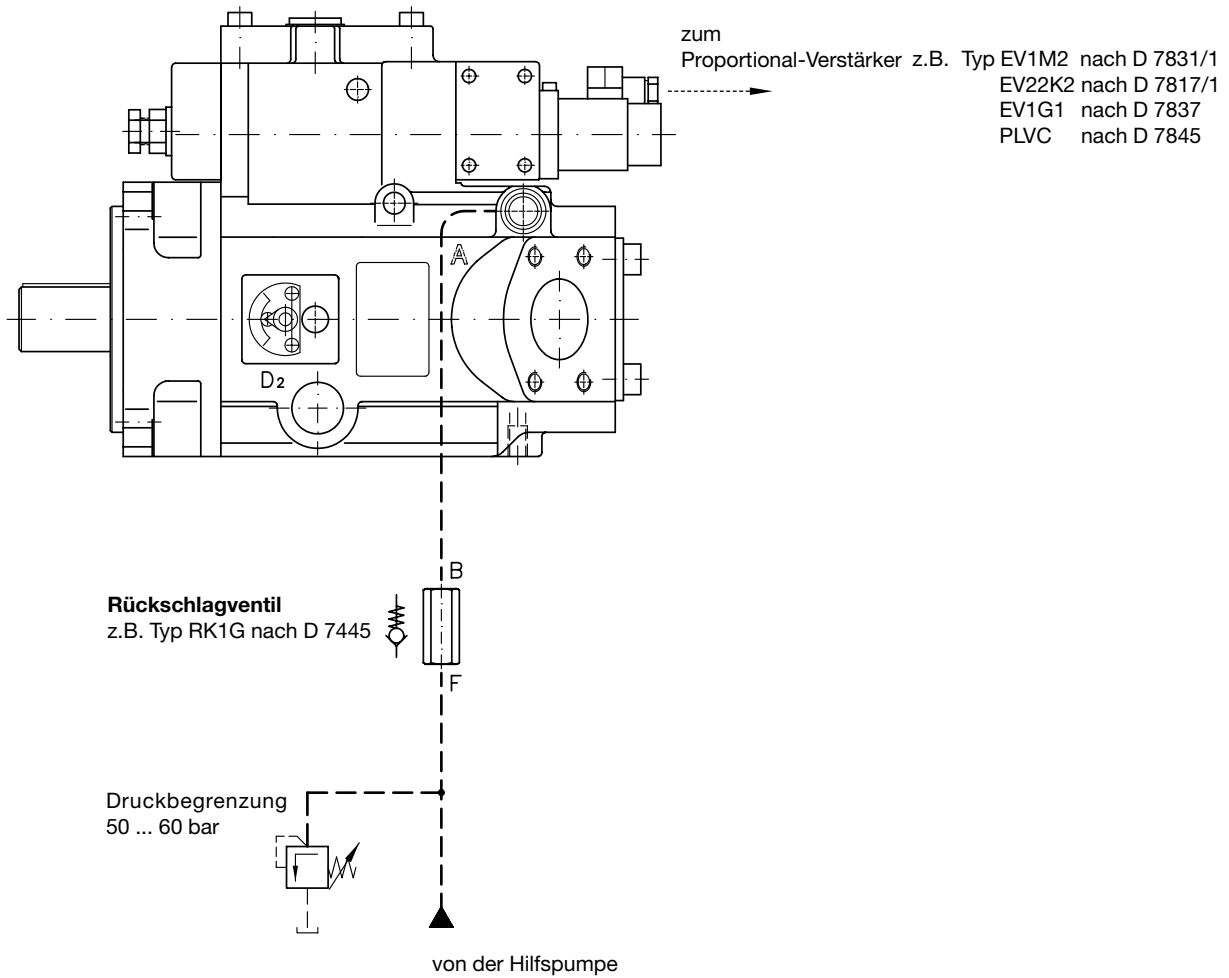
Als Hilfspumpe ist eine Zahnradpumpe zu bevorzugen, weil ihre Pulsation Haftreibungseffekte der Verstellung minimiert.

## Elektro-hydraulische Proportionalverstellung Typ V





**Elektro-hydraulische Proportionalverstellung Typ V**



⑥ = Düse M6 x 1,2 (0,8 ... 1,6)

Falls Schwingungen auftreten, kann eine Ablaufdüse ⑥ eingesetzt werden. Diese ist in der Standard-Ausführung an der Seite des Stellkolbengehäuses unter dem Zeichen "U" montierbar, damit auch Reglerkombinationen gedämpft werden können (Darstellung siehe Pos. 3.5).

Wenn das Stellkolbengehäuse für Leistungsregler vorbereitet ist, muss die Ablaufdüse im Leistungsregler selbst oder im L-Ersatzdeckel unter "U" montiert werden (empfohlene Düsendurchmesser M6 x 0,8 bei kleinen Pumpengrößen bzw. M6 x 1,6 bei Typ V30 D-250). Die Ablaufdüse verlangsamt das Ausschwenken der Pumpe und wirkt so dämpfend auf Schwingungsanregungen.