

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Staudruckschaltung mit einer hydraulischen Pumpe zum Fördern eines Druckfluids.

[0002] Aus der DE 196 53 165 C1 ist eine Verstelleinrichtung zur Verstellung des Fördervolumens einer hydraulischen Pumpe bekannt. Dabei wird für den Betrieb der Verstelleinrichtung von der Hochdruckleitung der hydraulischen Pumpe ein Teil des geförderten Druckfluids abgenommen. Wird allerdings die hydraulische Pumpe in ihre Nullstellung verschwenkt, so daß kein Druckfluid mehr gefördert wird, dann kann die hydraulische Pumpe nicht mehr allein aufgrund des abgenommenen Druckfluids ausgeschwenkt werden. Deshalb ist bei der bekannte Verstelleinrichtung ein Federelement vorgesehen, das bewirkt, daß die Pumpe aus einer einmal erreichten Nullstellung selbsttätig wieder ausschwenken kann.

[0003] Die aus der DE 196 53 165 C1 bekannte Verstelleinrichtung hat mehrere Nachteile. Wird die hydraulische Pumpe in ihre Nullstellung, d. h. auf verschwindendes Fördervolumen, verschwenkt, dann fällt der Restdruck in der Hochdruckleitung auf Null ab, so daß es zu einer Beschädigung der Pumpe infolge Mangel-
schmierung kommt. Dieser Fall tritt auch auf, wenn die hydraulische Pumpe im offenen Kreislauf ohne Belastung läuft, d. h. wenn z. B. die Pumpe infolge Wegschaltung des Verbrauchers aus dem Fluidtank direkt in den Fluidtank zurückfördert.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Staudruckschaltung zu schaffen, die in der Hochdruck- bzw. Förderleitung einer hydraulischen Pumpe einen nichtverschwindenden Staudruck erzeugt, selbst wenn die Pumpe in Ihrer Nullstellung fördert oder die Pumpenmenge auf Umlauf geschaltet ist.

[0005] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen möglich.

[0006] Die erfindungsgemäße Staudruckschaltung hat den Vorteil, daß, wenn die Pumpe auf Umlauf geschaltet ist, z. B. wenn der Verbraucher weggeschaltet ist, der Förderdruck auf einen vorgegebenen Restdruck begrenzt ist, und ein Abfallen des Förderdrucks der hydraulischen Pumpe unter diesen durch das Vorspannventil verhindert ist. Dadurch wird verhindert, daß die Pumpe ohne Restdruck in der Förderleitung läuft, so daß stets eine ausreichende Schmierung der Pumpe gegeben ist. Außerdem kann aufgrund des Restdruck durch die Fördervolumenregelungseinrichtung ein Verschwenken der hydraulischen Pumpe aus ihrer Nullstellung erfolgen.

[0007] Vorteilhaft ist es, daß das Vorspannventil zwischen die Pumpe und das Stellventil geschaltet ist. Dadurch ist das Vorspannventil möglichst nahe an dem Hochdruckausgang der hydraulischen Pumpe angeordnet, so daß ein zumindest teilweises Schließen des Vor-

spannventils verhindert ist, das aufgrund eines Druckabfalls an dem Stellventil, dem Verbraucher oder dergleichen erfolgt. Außerdem kann dadurch der Restdruck durch das Vorspannventil bereits vor dem Stellventil abgeschnitten werden.

[0008] Vorteilhaft ist es, daß das Vorspannventil eine erste Meßfläche, die pumpenseitig mit einem Druck des Druckfluids beaufschlagt wird, und zumindest eine zweite Meßfläche aufweist, die verbraucherseitig mit einem Druck des Druckfluids beaufschlagt wird. Aus dem Druck des Druckfluids und der ersten Meßfläche ergibt sich eine Druckkraft, die bei geschlossenem Vorspannventil überwunden werden muß, um das Vorspannventil zu öffnen, was den Staudruck definiert. Bei geöffnetem Vorspannventil wirkt der Druck des Druckfluids einerseits, d. h. von der Seite der Pumpe, auf die erste Meßfläche und andererseits, d. h. von der Seite des Verbrauchers, auf die zweite Meßfläche ein. Somit ergibt sich aus dem Druck des Druckfluids und den beiden Meßflächen eine Druckkraft, die das Vorspannventil in der geöffneten Stellung hält. Aufgrund der größeren wirksamen Fläche ist daher zum Halten des Vorspannventils in seiner geöffneten Stellung ein geringerer Druck des Druckfluids erforderlich als für das Öffnen des Vorspannventils aus seiner geschlossenen Stellung. Dadurch wird erreicht, daß das Vorspannventil beim Öffnen bereits zumindest im wesentlichen vollständig öffnet, um Verluste am Vorspannventil zu vermeiden.

[0009] In vorteilhafter Weise weist das Vorspannventil einen Ventilkörper auf, der mit dem Ventilgehäuse des Vorspannventils zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, wobei die Meßflächen an dem Ventilkörper ausgebildet und durch den Dichtsitz voneinander getrennt sind. Dabei umfaßt die Fläche des Ventilkörpers die beiden Meßflächen, wobei eine Unterteilung der Fläche in die Meßflächen durch den Dichtsitz erfolgt.

[0010] In vorteilhafter Weise wird der Ventilkörper zum Beaufschlagen des Dichtsitzes mit einer Vorspannkraft mittels einer Vorspannfeder gegen das Ventilgehäuse vorgespannt, wobei durch die Vorspannung der Vorspannfeder der Druck einstellbar ist, ab dem das Vorspannventil öffnet. Der Druck, ab dem das Vorspannventil öffnet ist dabei durch die Vorspannkraft der Vorspannfeder und der sich aus der ersten Meßfläche ergebenden wirksamen Fläche gegeben, wobei sich die wirksame Fläche aus der Projektion der ersten Meßfläche in der Öffnungsrichtung des Ventilkörpers ergibt.

[0011] Vorteilhaft ist es, daß das Vorspannventil eine Entlüftungsleitung zum Entlüften eines Innenraums des Vorspannventils, in dem die Vorspannfeder angeordnet ist, aufweist. Dadurch kann ein in den Innenraum eindringendes Druckfluid abgeführt werden, so daß verhindert wird, daß in dem Innenraum angesammeltes Druckfluid die Bewegung des Vorspannventils beim Öffnen dämpft. Durch das durch den Spalt zwischen Ventilkörper und Ventilgehäuse dringende Druckfluid wird dabei eine vorteilhafte Schmierung erreicht, die eine

leichte Verschiebbarkeit des Ventilkörpers sicherstellt.

[0012] Vorteilhaft ist es, daß der Ventilkörper eine umlaufende Nut aufweist, in der ein Dichtring zum Abdichten des Innenraums, in dem die Vorspannfeder angeordnet ist, vorgesehen ist. Dadurch kann bei einem äußeren leichtgängigen Ventilkörper und/oder bei sehr hohem Förderdruck eine übermäßige Leckage des Druckfluids durch Abströmen über den besagten Spalt verhindert werden.

[0013] Vorteilhaft ist es, daß die Fördervolumenregelungseinrichtung ein steuerbares Umschaltventil aufweist, daß in der Stellung des Stellventils, in der die Pumpe auf Umlauf in den Druckfluid-Tank geschaltet ist, den Förderdruck auf den vorgegebenen Restdruck begrenzt und in einer anderen Stellung des Stellventils, in der der Verbraucher zugeschaltet ist, den Förderdruck auf einen Maximalförderdruck begrenzt, der größer als der vorgegebene Restdruck ist. Dadurch werden Ventilverluste verhindert, die auftreten, wenn die Pumpe im Umlaufbetrieb über das Vorspannventil Druckfluid fördert.

[0014] Vorteilhaft ist es, daß das steuerbare Umschaltventil elektromagnetisch betätigbar ist, um schnelle Ansprechzeiten der Fördervolumenregelungseinrichtung zu erreichen.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen axialen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel des steuerbaren Umschaltventils der Fördervolumenregelungseinrichtung der erfindungsgemäßen Staudruckschaltung; und

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Staudruckschaltung mit dem in Fig. 1 beschriebenen steuerbaren Umschaltventil.

[0016] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines steuerbaren Umschaltventils 1 der Fördervolumenregelungseinrichtung der erfindungsgemäßen Staudruckschaltung. Das steuerbare Umschaltventil 1 dient insbesondere zur Umschaltung zwischen zwei druckführenden Leitungen im Rahmen einer Fördervolumensteuerung einer Hydropumpe. Dabei kann mit dem steuerbaren Umschaltventil 1 auf die druckhöhere Leitung umgeschaltet werden, um im Leerlaufbetrieb der Hydropumpe diese auf ein minimales Fördervolumen einzustellen beziehungsweise um eine Druckabsenkung auf einen vorgegebenen Restdruck zu erreichen.

[0017] Das steuerbare Umschaltventil 1 weist eine erste Eingangsleitung 2, eine zweite Eingangsleitung 3 und eine Ausgangsleitung 4 auf. Die Leitungen 2, 3, 4 sind durch im Ventilkörper 5 des steuerbaren Umschaltventils 1 ausgebildete Bohrungen und gegebenenfalls geeignete Anschlußmittel, an denen Hochdruckleitungen anschließbar sind, gebildet. Der Ventilkörper 5 weist einen Hohlraum 6 auf, der einen ersten Innenraum

7, einen zweiten Innenraum 8 und einen Steuerraum 9 umfaßt. Der erste Innenraum 7 ist mit der ersten Eingangsleitung 2 verbunden, der zweite Innenraum 8 ist mit der zweiten Eingangsleitung 3 verbunden und der Steuerraum 9 ist über eine Drossel 10 mit der ersten Eingangsleitung 2 verbunden. In dem Hohlraum 6 ist zumindest teilweise ein Ventilkolben 11 angeordnet, der einen Bund 12, der einerseits an den zweiten Innenraum 8 angrenzt, einen Bund 13, der einerseits an den zweiten Innenraum 8 und andererseits an den ersten Innenraum 7 angrenzt, und einen Bund 14 aufweist, der einerseits an den ersten Innenraum 7 und andererseits an den Steuerraum 9 angrenzt.

[0018] In einem mittels einer Entlüftungsleitung 15 in einen Fluidtank 16 entlüfteten Innenraum 17 ist ein erstes Federelement 18 angeordnet, das mit einer einstellbaren Vorspannung beaufschlagt ist, wobei es sich einerseits an der Anlagefläche 19 des Ventilkörpers 5 und andererseits an der Anlagefläche 20 des Bundes 12 des Ventilkolbens 11 abstützt, so daß durch die Vorspannung des ersten Federelements 18 der Ventilkolben 11 mit einer in der Richtung 21 auf den Steuerraum 9 zeigenden Vorspannkraft beaufschlagt ist. Der zweite Innenraum 8 ist mit einem durch den Druck P_{E2} der zweiten Eingangsleitung 3 beaufschlagten Druckfluid gefüllt, wobei sich die über den Bund 12 und den Bund 13 in entgegengesetzter Richtung auf den Ventilkolben 11 einwirkenden Druckkräfte, wegen der Flächengleichheit der an den Bündeln 12, 13 wirksamen Flächen, gegeneinander aufheben. Entsprechend ist auch der erste Innenraum 7 mit einem Druckfluid gefüllt, das mit dem Druck P_{E1} der ersten Eingangsleitung 2 beaufschlagt ist, wobei sich die über die Bündel 13, 14 auf den Ventilkolben 11 einwirkenden Druckkräfte, wegen den an diesen ausgebildeten gleich großen wirksamen Flächen, ebenfalls gegeneinander aufheben. Der Steuerraum 9 ist in der Richtung der Bewegung des Ventilkolbens 11, die parallel zu der Richtung 21 ist, einerseits von dem Bund 14 des Ventilkolbens 11 und andererseits von der an dem Vorsprung 23 des Ventilkörpers 5 ausgebildeten Fläche 22 begrenzt. Dabei wird der Steuerraum 9 in seitlicher Richtung zumindest im wesentlichen von einer zumindest teilweise durch den Hohlraum 6 ausgebildeten Innenfläche des Ventilkörpers 5 begrenzt.

[0019] Der in dem Steuerraum 9 herrschende Druck P_{E1} , der gleich dem Druck P_{E1} in der ersten Eingangsleitung 2 ist, beaufschlagt daher den Ventilkolben 11 entgegen der Richtung 21, die gleich der Richtung der auf den Ventilkolben 11 einwirkenden, von dem ersten Federelement 18 erzeugten Vorspannkraft ist, mit einer Druckkraft, die sich aus der an dem Bund 14 des Ventilkolbens 11 ausgebildeten wirksamen Seitenfläche 24 ergibt. Das vorgespannte erste Federelement 18 gibt dabei einen Umschaltdruck vor, der, wenn keine weiteren Kräfte auf den Ventilkolben 11 einwirken, von dem Druck P_{E1} des Druckfluids in dem Steuerraum 9 überschritten werden muß, damit sich der Ventilkolben 11

entgegen der Richtung 21 bewegt, um die Verbindung zwischen der ersten Eingangsleitung 2 und der Ausgangsleitung 4 mittels der Steuerkante 25 des Bundes 13 des Ventilkolbens 11 freizugeben. Unterschreitet der Druck P_{E1} des Druckfluids in dem Steuerraum 9 den durch das erste Federelement 18 vorgegebenen Umschaltdruck, dann wird, indem der Ventilkolben 11 in die Richtung 21 der Vorspannkraft des ersten Federelements 18 betätigt wird, die Verbindung zwischen der zweiten Eingangsleitung 3 und der Ausgangsleitung 4 mittels der an dem Bund 13 des Ventilkolbens 11 ausgebildeten Steuerkante 26 freigegeben. In dem betrachteten Fall, d.h. wenn keine zusätzlichen Kräfte auf den Ventilkolben 11 einwirken, wird daher die zweite Eingangsleitung 3 mit der Ausgangsleitung 4 zumindest teilweise verbunden, wenn der Druck P_{E1} in der ersten Eingangsleitung kleiner als der von dem ersten Federelement 18 vorgegebene maximale Umschaltdruck ist, und die Ausgangsleitung 4 wird mit der ersten Eingangsleitung 2 zumindest teilweise verbunden, wenn der Druck P_{E1} den besagten maximalen Umschaltdruck überschreitet.

[0020] Im quasistatischen Betrieb, d.h. wenn der durch den Abfluß von Druckfluid aus der Ausgangsleitung 4 verursachte Druckabfall vernachlässigbar ist und ausreichend Druckfluid durch die Eingangsleitungen 2, 3 nachfließt, kann bezüglich des Drucks P_A in der Ausgangsleitung 4 folgendes festgehalten werden: Wenn der Druck P_{E1} in der ersten Eingangsleitung 2 kleiner als der von dem ersten Federelement 18 vorgegebene maximale Umschaltdruck ist, dann ist der Druck P_A in der Ausgangsleitung 4 gleich dem Druck P_{E2} in der zweiten Eingangsleitung 3. Wenn hingegen der Druck P_{E1} in der ersten Eingangsleitung 2 größer als der maximale Umschaltdruck ist, dann ist der Druck P_A in der Ausgangsleitung 4 gleich dem Druck P_{E1} in der ersten Eingangsleitung 2.

[0021] Außerdem weist das steuerbare Umschaltventil 1 eine Umschaltdruck-Reduktionseinrichtung 30 zum Reduzieren des durch das erste Federelement 18 vorgegebenen Umschaltdrucks auf einen reduzierten Umschaltdruck auf. Die Umschaltdruck-Reduktionseinrichtung 30 umfaßt ein zweites Federelement 31 und ein von einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 32 betätigbares Steuerglied 33. Die Betätigung des Steuerglieds 33 kann auch anders, z.B. elektromechanisch über einen anstelle der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 32 vorzusehenden Elektromotor, erfolgen. Bei der Betätigung des Steuerglieds 33, die entgegen der Richtung 21 der von dem ersten Federelement 18 erzeugten Vorspannkraft erfolgt, wird das zweite Federelement 31 gespannt, so daß eine die Vorspannkraft des ersten Federelements 18 zumindest teilweise kompensierende Spannkraft erzeugt wird, die zusätzlich zu der von dem in dem Steuerraum 9 unter dem Druck P_{E1} stehenden Druckfluid erzeugten Druckkraft entgegen der Richtung 21 der Vorspannkraft des ersten Federelements 18 auf den Ventilkolben 11 einwirkt. Da-

her wird der Umschaltdruck ausgehend von dem durch das erste Federelement 18 vorgegebenen maximalen Umschaltdruck auf einen reduzierten Umschaltdruck vermindert, der von dem Druck P_{E1} in der ersten Eingangsleitung 2 zu erreichen ist, um das Umschaltventil in dem Sinne umzuschalten, daß die Ausgangsleitung 4 mit der ersten Eingangsleitung 2 anstelle der zweiten Eingangsleitung 3 verbunden wird.

[0022] Indem für die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 32 ein Proportionalmagnet verwendet wird, kann die Betätigung des Steuerglieds 33 stufenlos erfolgen. Bei der Betätigung des Steuerglieds 33 steht dabei ein Verstellweg zur Verfügung, der durch eine an einem Anschlagelement 35 ausgebildete Anschlagfläche 34 begrenzt ist, wodurch ein maximaler Hub h vorgegeben ist. Das Anschlagelement 35 weist eine bezüglich der Bewegungsrichtung des Steuerglieds 33, die parallel zu der Richtung 21 der Vorspannkraft ist, geneigte Einstellfläche 36 auf, an der ein abgefaster Bereich 42 einer mittels eines Gewindes in den Ventilkörper 5 geschraubten Verstellerschraube 37 anliegt, wobei über eine Verstellung der Verstellerschraube 37 eine Verstellung des Anschlagelementes 35 in einer Richtung, die parallel zu der Richtung 21 der Vorspannkraft des ersten Federelements 18 ist, einstellbar erfolgen kann. Durch die Verstellung des Anschlagelementes 35 mittels der Verstellerschraube 37 kann der maximale Hub h des Steuerglieds 33 eingestellt werden, wodurch sich die maximale durch eine maximale Betätigung des Steuerglieds 33 erreichbare Spannung des zweiten Federelements 31, d.h. die sich maximal ergebende Reduktion des Umschaltdrucks, vorgeben läßt.

[0023] Damit das Anschlagelement 35 stets an dem abgefaster Bereich 42 der Verstellerschraube 37 anliegt, wird das Anschlagelement 35 mittels einer Haltefeder 38, die sich einerseits an dem Anschlagelement 35 und andererseits an einer Verschußplatte 39 des Ventilkörpers 5 abstützt, gegen die Verstellerschraube 37 mit einer Vorspannung beaufschlagt. Dadurch wird außerdem ein Prellen des Steuerglieds 33, das beim Anschlagen des Steuerglieds 33 an der Anschlagfläche 34 auftreten kann, verhindert bzw. gedämpft. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Betätigung des Steuerglieds 33 zweistufig, d.h. die Betätigungseinrichtung 32 wird eingeschaltet oder nicht, erfolgt, da dann bei jeder Betätigung des Steuerglieds 33 ein Prellen erfolgen würde.

[0024] Durch die Verstellerschraube 37 kann die axiale Position des Anschlagelementes 35, d.h. die Position, die sich durch Verschieben des Anschlagelementes 35 in einer Richtung parallel zu der Richtung 21 ergibt, exakt vorgegeben werden, so daß die Vorspannung des zweiten Federelements 31, die sich beim Anschlagen des Steuerglieds 33 an der Anschlagfläche 34 des Anschlagelementes 35 einstellt, über die Federkonstante des zweiten Federelements 31 genau definiert ist. Dieser definierten Vorspannung entspricht dabei ein bestimmter Betrag, um den dann der Umschaltdruck gegenüber dem maximalen Umschaltdruck reduziert ist.

Dadurch kann auch der minimal erforderliche Umschalt-
druck, der von dem Druck P_{E1} in der ersten Eingangs-
leitung 2 für ein Umschalten des Umschaltventils zu er-
reichen ist, präzise eingestellt werden.

[0025] Um eventuell in den Innenraum 40 des Ventil-
körpers 5, in dem das zweite Federelement 31, das An-
schlagelement 35, die Haltefeder 38 und zumindest teil-
weise das Steuerglied 33 angeordnet sind, eindringen-
des Druckfluid abzuführen, ist der Innenraum 40 durch
die Entlüftungsleitung 41 mit dem Fluidtank 16 verbun-
den.

[0026] Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfin-
dungsgemäßen Staudruckschaltung mit dem in Fig. 1
beschriebenen steuerbaren Umschaltventil 1. Bereits
beschriebene Elemente sind mit übereinstimmenden
Bezugszeichen versehen, wodurch sich eine wiederho-
lende Beschreibung erübrigt. Ferner wird bezüglich der
detaillierten Beschreibung des steuerbaren Umschalt-
ventils 1 auf die Beschreibung zu Fig. 1 verwiesen.

[0027] In Fig. 2 ist die erste Eingangsleitung 2 des
steuerbaren Umschaltventils 1 mit dem Hochdruckaus-
gang 51 der hydraulischen Pumpe 50 verbunden. Da-
durch wird von der hydraulischen Pumpe 50 über den
Niederdruckeingang 52 Druckfluid aus dem Fluidtank
16 in die erste Eingangsleitung 2 gefördert, wobei die
Förderung in diesem Ausführungsbeispiel mittelbar
über die Hochdruckleitung 53 erfolgt. Dabei zweigt die
erste Eingangsleitung 2 an einem Verbindungsknoten
54 von der Hochdruckleitung 53 ab.

[0028] Die zweite Eingangsleitung 3 ist mit einem als
gedrosseltem 3/3-Wegeventil ausgebildeten Proportio-
nalventil 55 verbunden. Die Eingangsleitung 56 des
Proportionalventils 55 ist mit der ersten Eingangsleitung
2 des steuerbaren Umschaltventils 1, d.h. mittelbar mit
dem Hochdruckausgang 51 der hydraulischen Pumpe
50, verbunden. Das Proportionalventil 55 ist ferner
durch die Entlüftungsleitung 57 mit dem Fluidtank 16
verbunden.

[0029] Das Proportionalventil 55 weist die folgenden
drei Schaltstellungen auf, zwischen denen, da das Pro-
portionalventil 55 ein gedrosseltes Wegeventil ist, ein
kontinuierlicher Übergang erfolgt. In der ersten Stellung
ist die zweite Eingangsleitung 3 des steuerbaren Um-
schaltventils 1 mittels der Entlüftungsleitung 57 mit dem
Fluidtank 16 verbunden, während die Eingangsleitung
56 bezüglich des Durchgangs durch das Proportional-
ventil 55 weggeschaltet, d.h. blockiert ist. In dieser Stel-
lung wird daher die zweite Eingangsleitung 3 drucklos
geschaltet. In der zweiten Stellung, d.h. in der Mittelstel-
lung, des Proportionalventils 55 wird die zweite Ein-
gangsleitung 3 über eine Drossel mit der Entlüftungslei-
tung 57 mit dem Fluidtank 16 verbunden und über eine
weitere Drossel mit der Eingangsleitung 56 des Propor-
tionalventils 55 mit der ersten Eingangsleitung 2 des
steuerbaren Umschaltventils 1 verbunden. Daher wird
in der zweiten Stellung des Proportionalventils 55 die
zweite Eingangsleitung 3 mit einem Druck zwischen
dem Druck in der Entlüftungsleitung 57 und dem Druck

in der Eingangsleitung 56 beaufschlagt, wobei im qua-
sistatischen Betrieb der Druck in der zweiten Eingangs-
leitung 3 vorzugsweise gleich dem halben Druck in der
Eingangsleitung 56 ist. In der dritten Stellung des Pro-
portionalventils 55 wird die Eingangsleitung 56 mit der
zweiten Eingangsleitung 3 verbunden, während die Ent-
lüftungsleitung 57 weggeschaltet, d.h. blockiert ist. Da-
durch wird die Eingangsleitung 56 vorzugsweise nahe-
zu ungedrosselt mit der zweiten Eingangsleitung 3 ver-
bunden. Dadurch stellt sich in der zweiten Eingangslei-
tung 3 des steuerbaren Umschaltventils 1 zumindest im
quasistatischen Betrieb und zumindest im wesentlichen
der gleiche Druck wie in der Eingangsleitung 56 des
Proportionalventils 55, d.h. wie in der ersten Eingangs-
leitung 2 bzw. in der Hochdruckleitung 53, ein.

[0030] Das Proportionalventil 55 weist eine steuerba-
re magnetische Verstelleinrichtung 58 auf, die das Pro-
portionalventil 55 zum Verstellen mit einer Verstellkraft
beaufschlagt. Außerdem wirkt auf das Proportionalven-
til 55 ein mit einem Zylinderkolben 59 verbundenes Ver-
stellelement 60 über eine Leistungsregelungseinheit 61
ein. In diesem Ausführungsbeispiel umfaßt die Lei-
stungsregelungseinheit 61 zwei einstellbare Federn 62,
63, wobei bis zu einem bestimmten Verstellweg nur die
Feder 63 betätigt wird und ab diesem die Federn 62 und
63 parallel zueinander betätigt werden, so daß sich eine
Federkonstante ergibt, die gleich der Summe der Fe-
derkonstanten der Federn 62, 63 ist. Dadurch wird in
einfacher Weise eine Leistungsregelung geschaffen,
bei der das Fördervolumen der hydraulischen Pumpe
50 näherungsweise hyperbolisch mit dem Förderdruck
der hydraulischen Pumpe 50 abnimmt, falls die hydrau-
lische Pumpe 50 im Arbeitsbetrieb geschaltet ist, wie es
in der nachfolgenden Beschreibung näher ausgeführt
wird.

[0031] Der Zylinderkolben 59 ist in einer Zylinderboh-
rung 64 angeordnet, die mit der Eingangsleitung 2 und
der Hochdruckleitung 53 verbunden ist, so daß die Zy-
linderbohrung 64 mit von dem Druck des Hochdruck-
ausgangs 51 der Pumpe 50 beaufschlagten Druckfluid
gefüllt ist. Der Zylinderkolben 59 ist in der Zylinderboh-
rung 64 parallel zu einer Verschieberichtung 65 ver-
schiebbar und mittels eines starren Übertragungsele-
ments 66 mit der Schwenkscheibe 67 der hydraulischen
Pumpe 50 verbunden, wobei bei einer Bewegung des
Zylinderkolbens 59 in der Verschieberichtung 65 die hy-
draulische Pumpe 50 in Richtung abnehmenden För-
dervolumens verschwenkt wird. Außerdem ist die
Schwenkscheibe 67 mit einem weiteren Übertragungs-
element 68 mit einem in einer Zylinderbohrung 69 in ei-
ner Richtung parallel zu der Verschieberichtung 71 ver-
schiebbaren Zylinderkolben 70 verbunden, wobei bei ei-
ner Verschiebung des Zylinderkolbens 70 in der Ver-
schieberichtung 71 die Pumpe 50 in Richtung abneh-
menden Fördervolumens verschwenkt wird. Dabei ist
die Verschiebung der Zylinderkolben 59, 70 in den Rich-
tungen 65, 71 insbesondere durch die Übertragungsele-
mente 66, 68 und die Schwenkscheibe 67 miteinander

verknüpft, so daß sich die Neigung der Schwenkscheibe 67 und somit das Fördervolumen der hydraulischen Pumpe 50 in Abhängigkeit des Drucks des Druckfluids in der Zylinderbohrung 64 und des Drucks des Druckfluids in der Zylinderbohrung 69 als Gleichgewichtszustand einstellt. Bei der Betrachtung der durch die Drücke erzeugten auf die Schwenkscheibe 67 einwirkenden Drehmomente sind dabei auch die an den Zylinderkolben 59, 70 ausgebildeten wirksamen Flächen 72 bzw. 73 und die Abstände, in denen die Verstellkräfte an der Schwenkscheibe 67 in Bezug zu deren Drehachse angreifen, zu berücksichtigen, wobei ferner durch das Proportionalventil 55 und die Leistungsregelungseinheit 61 ein zusätzliches Drehmoment aufgebracht wird. In den Extremstellungen der hydraulischen Pumpe 50, d.h. bei maximalem bzw. minimalem Fördervolumen, kann auch der Fall auftreten, daß eine zumindest kleine Änderung des Druckes des Druckfluids in zumindest einer der Zylinderbohrungen 64, 69 keine Einwirkung auf die Neigung der Schwenkscheibe 67 hat.

[0032] Im Arbeitsbetrieb der hydraulischen Pumpe 50 ist, wie oben, insbesondere in Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben, der Druck P_A in der Ausgangsleitung 4 gleich dem Druck P_{E2} in der zweiten Eingangsleitung 3, der sich in Abhängigkeit von der Stellung des Proportionalventils 55 zwischen dem Druck in der Entlüftungsleitung 57, d.h. vorzugsweise nahezu verschwindendem Druck, und dem Förderdruck der Pumpe 50, der gleich dem Druck P_{E1} in der ersten Eingangsleitung 2 ist, bewegt, falls der Druck P_{E1} in der ersten Eingangsleitung 2 den von dem ersten Federelement 18 des steuerbaren Umschaltventils 1 vorgegebenen maximalen Umschaltdruck nicht überschreitet. Der Betrieb der Pumpe 50 erfolgt dann leistungsgeregelt. Wenn der Druck P_{E1} in der ersten Eingangsleitung 2 den vorgegebenen maximalen Umschaltdruck übersteigt, dann schaltet das steuerbare Umschaltventil 1 um, so daß der Druck P_A in der Ausgangsleitung 4, der gleich dem Druck des Druckfluids in der Zylinderbohrung 69 ist, gleich dem Druck P_{E1} in der ersten Eingangsleitung 2, d.h. gleich dem Förderdruck der Pumpe 50 ist. In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel wirken die von den Zylinderkolben 59, 70 auf die Schwenkscheibe 67 übertragenen Verstellkräfte an zumindest im wesentlichen gleich weit von dem Drehpunkt der Schwenkscheibe 67 beabstandeten Punkten auf die Schwenkscheibe 67 ein, wodurch schon aufgrund der gegenüber der Fläche 72 des Zylinderkolbens 59 größeren Fläche 73 des Zylinderkolbens 70 die Zylinderkolben 59, 70 in den Verschieberichtungen 65, 71 zum Verschwenken der Schwenkscheibe 67 in Richtung minimalem Fördervolumens verschoben werden.

[0033] Im Ergebnis ergibt sich eine durch das Federpaket 62, 63 angenäherte Leistungsregelung, die den von der Pumpe 50 erzeugten Förderdruck durch Verringern des Fördervolumens auf ein vorzugsweise näherungsweise verschwindendes Fördervolumen auf den durch das erste Federelement 18 vorgegebenen maxi-

malen Umschaltdruck begrenzt.

[0034] Die Pumpe 50 ist über ein als 4/3-Wegeventil ausgebildetes Stellventil 80 mit einem Verbraucher 81 verbunden. Der Verbraucher 81 kann z.B. ein hydraulischer Motor sein. Das Stellventil 80 ist einerseits durch die Hochdruckleitung 53 mit der Pumpe 50 und andererseits durch die Leitungen 82, 83 mit dem Verbraucher 81 verbunden. Zum Verstellen des Stellventils in einer seiner drei Stellungen sind vorzugsweise elektromagnetische Schalter 84, 85 vorgesehen. Die drei Stellungen des Stellventils 80 sind im folgenden näher beschrieben. In der ersten Stellung wird die Hochdruckleitung 53 mit der Leitung 82 verbunden, um Druckfluid mittels der Pumpe 50 zu dem Verbraucher 81 zu fördern, und die Leitung 83 mit der Entlüftungsleitung 86 verbunden, um das von dem Verbraucher 81, insbesondere zur Erzeugung von Arbeit, verbrauchte Druckfluid in den Fluidtank 16 zurückzuführen. In der dritten Stellung des Stellventils 80 ist die Verbindung der Leitungen 53, 86 mit den Leitungen 82, 83 umgekehrt, d.h. die Hochdruckleitung 53 ist mit der Leitung 83 verbunden und die Leitung 82 ist mit der Leitung 86 verbunden. Dadurch wird das Druckfluid von der Pumpe 50 in die Leitung 83 gefördert, während der Rücklauf des Druckfluids in den Fluidtank 16 über die Leitungen 82, 86 erfolgt. Auf diese Weise kann z.B. die Drehrichtung eines als Hydromotor ausgebildeten Verbrauchers 81 geändert werden.

[0035] In der zweiten Stellung des Stellventils 80 wird die Hochdruckleitung 53 auf die Entlüftungsleitung 86 geschaltet, die in den Fluidtank 16 führt, d. h. die Verbindung der Hochdruckleitung 53 mit der Leitung 82 bzw. 83 wird unterbrochen und die hydraulische Pumpe 50 auf Umlauf geschaltet, d. h. unter Umgehung des Verbrauchers 81 mit dem Druckfluid-Tank 16 verbunden. Ferner sind in der zweiten Stellung des Stellventils 80 die Leitungen 82, 83 weggeschaltet und an ihren dem Stellventil 80 zugeführten Enden verschlossen. Somit ist in der zweiten Stellung des Stellventils 80 die Pumpe 50 von dem Verbraucher 81 weggeschaltet und der Verbraucher 81 wird von dem Ölkreislauf der Pumpe 50 weggeschaltet.

[0036] In der zweiten Stellung des Stellventils 80, d. h. wenn die Pumpe 50 auf Umlauf geschaltet ist, würde die Hydropumpe 50 zunächst grundsätzlich weiterfördern, so daß Druckfluid aus dem Fluidtank 16 über das Stellventil 80 in den Fluidtank 16 zurückgeführt wird. Wenn die Pumpe 50 dabei im Arbeitsbetrieb, d. h. in einem Betriebszustand, wie wenn der Verbraucher 81 zugeschaltet ist, weiterfördert, entstehen an dem Stellventil und anderen Bauteilen bzw. Leitungen hohe Ventilverluste und die Bauteile und Leitungen werden unnötig belastet. Außerdem würde das Problem auftreten, daß der Druck in der Hochdruckleitung 53 infolge der Verbindung der Hochdruckleitung 53 mit dem Fluidtank 16 auf Null abfällt, so daß es zur Mangelschmierung der Hydropumpe 50 kommt.

[0037] Neben der Fördervolumenregelungseinrich-

tung, die das steuerbare Umschaltventil 1, das Proportionalventil 55, die Leistungsregelungseinheit 61 und die in den Zylinderbohrungen 64, 69 geführten Zylinderkolben 59, 70 umfaßt, und dem Stellventil 80 ist daher erfindungsgemäß ein Vorspannventil 100 zum Erzeugen eines Staudrucks in die Hochdruckleitung 53 zwischen die hydraulische Pumpe 50 und das Stellventil 80 geschaltet. Das Vorspannventil 100 verbindet einen pumpenseitigen Teil 101 der Hochdruckleitung 53 mit einem verbraucherseitigen Teil 102 der Hochdruckleitung 53. Dabei ist der pumpenseitige Teil 101 der Hochdruckleitung 53 mit einem Zuflußraum 103 des Vorspannventils 100 verbunden und der verbraucherseitige Teil 102 der Hochdruckleitung 53 ist mit einem Abflußraum 104 des Vorspannventils 100 verbunden.

[0038] Das Vorspannventil 100 weist ein Ventilgehäuse 105 und einen in dem Ventilgehäuse 105 geführten Ventilkörper 106 auf. Zwischen dem Ventilgehäuse 105 und dem Ventilkörper 106 ist ein Spalt 107 vorgesehen, über den Druckfluid aus dem Abflußraum 104 in den Innenraum 108 des Ventilgehäuses 105 des Vorspannventils 100 zum Schmieren der Führung des Ventilkörpers 106 in dem Ventilgehäuse 105 in geringen Mengen fließt, um sicherzustellen, daß stets das gleiche Ansprechverhalten des Vorspannventils 100 besteht. Um zu verhindern, daß sich in dem Innenraum 108 des Vorspannventils 100 größere Mengen an Druckfluid ansammeln, ist der Innenraum 108 über die Entlüftungsleitung 109 mit dem Fluidtank 16 verbunden, wodurch eine Entlüftung des Innenraums 108 gewährleistet ist.

[0039] Um die Leckrate, die durch den Abfluß von Druckmittel durch den zwischen dem Ventilkörper 106 und dem Ventilgehäuse 105 ausgebildeten Spalt 107 in den Innenraum 108 des Vorspannventils 100 entsteht, zu reduzieren, ist an dem Ventilkörper 106 eine umlaufende Nut 117 vorgesehen, in die ein Dichtring 118 eingebracht ist, der mit der Wand 119 des Ventilgehäuses 105 zu einer Abdichtung zusammenwirkt.

[0040] In dem Innenraum 108 des Vorspannventils 100 ist eine Vorspannfeder 110 angeordnet, die sich einerseits an dem Ventilgehäuse 105 und andererseits an dem Ventilkörper 106 abstützt. Um das Vorspannventil 100 kompakt aufzubauen und um die Masse des Ventilkörpers 106 zu reduzieren, weist der Ventilkörper 106 eine Aussparung 111 auf, in der die Vorspannfeder 110 teilweise angeordnet ist. Beim Öffnen des Vorspannventils 100 durch Verschieben des Ventilkörpers 106 in der Richtung 112 wird die Vorspannfeder 110 von dem Ventilkörper 106 zunehmend zusammengedrückt, wobei in einer Stellung in der das Vorspannventil 100 maximal geöffnet ist, die Vorspannfeder 110 vollständig in der Aussparung 111 des Ventilkörpers 106 angeordnet ist.

[0041] Die Vorspannfeder 110 ist mit einer Vorspannung beaufschlagt, wodurch der Ventilkörper 106 gegen einen an dem Ventilgehäuse 105 ausgebildeten Ventilsitzkörper 113 gepreßt wird, wodurch ein Dichtsitz ausgebildet ist. Der dichtsitzseitige Teil des Ventilkörpers

106 bildet einen Ventilschließkörper 114, der zumindest teilweise konisch ausgebildet ist und an dem eine erste Meßfläche 115 und eine zweite Meßfläche 116 ausgebildet sind. Der Dichtsitz ist an der Anlagefläche ausgebildet, an der der Ventilschließkörper 114 im geschlossenen Zustand des Vorspannventils 100 an dem Ventilsitzkörper 113 des Ventilgehäuses 105 des Vorspannventils 100 anliegt. An der Dichtfläche des Dichtsitzes unterteilt sich die Oberfläche des Ventilschließkörpers 114 des Ventilkörpers 106 in die erste Meßfläche 115 und die zweite Meßfläche 116. Die erste Meßfläche 115 des Ventilschließkörpers 114 grenzt an den Zuflußraum 103 des Vorspannventils 100 an und wird daher von dem Druck des Druckfluids in dem pumpenseitigen Teil 101 der Hochdruckleitung 53, d. h. von dem Förderdruck der hydraulischen Pumpe 50, beaufschlagt. Die zweite Meßfläche 116 des Ventilschließkörpers 114 des Ventilkörpers 106 grenzt an den Abflußraum 104 des Vorspannventils 100 an, so daß auf diese der Druck des Druckfluids in dem verbraucherseitigen Teil 102 der Hochdruckleitung 54 einwirkt.

[0042] Das Vorspannventil 100 wird geöffnet, indem der Ventilkörper 106 in der Richtung 112 bezüglich des Ventilgehäuses 105 verschoben wird, wobei der durch den Ventilschließkörper 114 des Ventilkörpers 106 und den Ventilsitzkörper 113 des Ventilgehäuses 105 gebildete Dichtsitz geöffnet wird. Die Vorspannung der Vorspannfeder 110 gibt einen Druck vor, der von dem Druckfluid in dem pumpenseitigen Teil 101 der Hochdruckleitung 53 zu überschreiten ist, damit das Vorspannventil 100 öffnet. Der Druck des Druckfluids in dem pumpenseitigen Teil 101 der Hochdruckleitung 53 beaufschlagt den Ventilschließkörper 114 des Ventilkörpers 106 an der ersten Meßfläche 115, wobei sich durch die wirksame Fläche der ersten Meßfläche 115, das ist die Projektion der ersten Meßfläche 115 in der Richtung 112, und den Druck des Druckfluids im pumpenseitigen Teil 101 der Hochdruckleitung 53 eine auf den Ventilkörper 106 einwirkende Druckkraft ergibt, die entgegen der Vorspannkraft der Vorspannfeder 110 auf den Ventilkörper 106 einwirkt. Übersteigt die besagte Druckkraft die Vorspannkraft, dann öffnet das Vorspannventil 100, wodurch Druckfluid aus dem pumpenseitigen Teil 101 der Hochdruckleitung 53 über den Zuflußraum 103 in den Abflußraum 104 des Vorspannventils 100 und in den verbraucherseitigen Teil 102 der Hochdruckleitung 53 gefördert wird.

[0043] In der ersten Stellung und in der dritten Stellung des Stellventils 80, d. h. wenn der Verbraucher 81 in den Förderkreislauf der hydraulischen Pumpe 50 geschaltet ist, fällt der Druck des von der Pumpe 50 erzeugten Fluidstroms im wesentlichen an dem Verbraucher 81 ab. Der Druck in dem verbraucherseitigen Teil 102 der Hochdruckleitung 53 entspricht dann zumindest im wesentlichen dem Druck in dem pumpenseitigen Teil 101 der Hochdruckleitung 53, so daß die erste Meßfläche 115 und die zweite Meßfläche 116 mit zumindest annähernd dem von der Pumpe 50 erzeugtem Förder-

druck beaufschlagt werden. Dadurch vergrößert sich die wirksame Fläche, über die der Druck des Druckfluids in der Hochdruckleitung 53 auf den Ventilschließkörper 114 des Ventilkörpers 106 einwirkt, auf die Projektion der ersten Meßfläche 115 und der zweiten Meßfläche 116 in der Richtung 112. Bei gleichbleibendem Förderdruck der Pumpe 50 vergrößert sich dadurch die auf den Ventilschließkörper 114 des Ventilkörpers 106 einwirkende Druckkraft, die entgegen der Vorspannkraft der Vorspannfeder 110 gerichtet ist, gegenüber der Druckkraft, die zum Öffnen des Vorspannventils 100 durch Einwirkung des Drucks des Druckfluids in dem pumpenseitigen Teil 101 der Hochdruckleitung 53 auf die erste Meßfläche 115 entsteht. Dadurch öffnet das Vorspannventil 100, nachdem der Dichtsitz, der zwischen dem Ventilschließkörper 114 und dem Ventilsitzkörper 113 ausgebildet ist, etwas geöffnet worden ist, in der Regel zumindest nahezu vollständig, wodurch Reibungsverluste an dem Vorspannventil 100 vermieden werden. Außerdem wird verhindert, daß bei einem Förderdruck, der im wesentlichen dem Druck zum Öffnen des Vorspannventils 100 entspricht bzw. um diesen schwankt, ein Schwingen des Vorspannventils 100 auftritt.

[0044] Wird der Verbraucher 81, indem das Stellventil 80 in seine zweite Stellung gestellt wird, aus dem Förderkreislauf der Pumpe 50 weggeschaltet und die Pumpe 50 auf Umlauf geschaltet, dann ist der Abflußraum 104 und der verbraucherseitige Teil 102 der Hochdruckleitung 53 mit dem Fluidtank 16 verbunden, so daß diese drucklos geschaltet sind. Dadurch liegt der von der Pumpe 50 erzeugte Förderdruck im wesentlichen nur noch an der ersten Meßfläche 115 an, so daß sich eine reduziert Druckkraft ergibt. Daher schließt das Vorspannventil 100 sofort vollständig, wenn der Förderdruck unter den Öffnungsdruck des Vorspannventils 100 fällt, der zum Offenhalten des Vorspannventils 100 erforderlich ist.

[0045] Durch das Vorspannventil 100 wird daher erreicht, daß in dem verbraucherseitigen Teil 102 der Hochdruckleitung 53 ein Staudruck aufrechterhalten wird, der betragsmäßig durch die Vorspannung der Vorspannfeder 110 begrenzt ist. Indem die Vorspannfeder 110 einstellbar vorspannbar ist, kann die betragsmäßige Beschränkung beliebig vorgegeben werden. Allerdings ergeben sich mehrere Nachteile, wenn beim Wegschalten des Verbrauchers 81 die Pumpe 50 lediglich auf Umlauf geschaltet wird und ansonsten die Fördervolumenregelungseinrichtung die erfindungsgemäße Begrenzung des Förderdrucks auf einen vorgegebenen Restdruck nicht vorsieht. In diesem Fall fördert die Pumpe 50 weiterhin Druckfluid, so daß aufgrund des durch das Vorspannventil 100 erzeugten Staudrucks der Druck in dem pumpenseitigen Teil 101 der Hochdruckleitung 53 solange ansteigt, bis der von der Vorspannung der Vorspannfeder 110 vorgegebene maximale Staudruck überschritten wird, wodurch das Vorspannventil 100 öffnet. Durch den durch das Öffnen erzeugten Druckabfall schließt das Vorspannventil 100 erneut, so

daß sich anschließend wiederum der Staudruck in dem verbraucherseitigen Teil 102 der Hochdruckleitung 53 bis zu dem besagten maximalen Staudruck aufbaut. Durch die wechsellmäßige Betätigung des Vorspannventils 100 kommt es zu erheblichen Ventilverlusten.

[0046] Die Fördervolumenregelungseinrichtung der Staudruckschaltung begrenzt deshalb den Förderdruck der Pumpe 50 in einer Stellung, in der die Pumpe 50 auf Umlauf geschaltet ist, auf einen vorgegebenen Restdruck, der geringer als der Druck ist, ab dem das Vorspannventil 100 aufgrund der Vorspannung der Vorspannfeder 110 öffnet. Oder anders ausgedrückt begrenzt die Fördervolumenregelungseinrichtung den Förderdruck auf einen vorgegeben Restdruck, falls die Pumpe 50 auf Umlauf geschaltet ist, wobei das Vorspannventil 100 zum Erzeugen eines Staudrucks ab einem Druck öffnet, der größer als der vorgegebene Restdruck ist. Zum Begrenzen des Förderdrucks auf einen vorgegebenen Restdruck, für den Fall, daß die Pumpe 50 auf Umlauf geschaltet ist, dient das steuerbare Umschaltventil 1 der Fördervolumenregelungseinrichtung.

[0047] Durch das steuerbare Umschaltventil 1 werden die genannten Nachteile wie folgt vermieden. Wenn das Stellventil 80 in die zweite Stellung, d.h. in die Stellung, in der der Verbraucher 81 weggeschaltet ist, gestellt wird, wird zugleich das steuerbare Umschaltventil 1 mittels der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 32 angesteuert, um, wie anhand der Fig. 1 bereits beschrieben, den durch das erste Federelement 18 vorgegebenen maximalen Umschaltdruck zu reduzieren. Beispielsweise kann bei einem Hub h des Ankers 33 von 2 mm die Druckbegrenzung um 300 bar abgesenkt werden. Durch die Druckabsenkung schaltet das Umschaltventil 1 bereits ab einem reduzierten Umschaltdruck P_{E1} der ersten Eingangsleitung, der erheblich geringer als der durch das erste Federelement 18 gegebene maximale Umschaltdruck ist, die erste Eingangsleitung 2 auf die Ausgangsleitung 4, so daß die hydraulische Pumpe 50 bereits ab dem reduzierten Umschaltdruck in Richtung minimaler Fördermenge verschwenkt wird. Das heißt, die Druckbegrenzung im Rahmen der von der Leistungsregelungseinheit 61 vorgegebenen Leistungsregelung erfolgt bereits ab dem reduzierten Umschaltdruck.

[0048] Dadurch fördert die hydraulische Pumpe 50 nur dann mit der durch die Leistungsregelung 61 vorgegebenen vom Verbraucher 81 benötigten größeren Leistung, wenn der Verbraucher 81 durch das Stellventil 80 zugeschaltet wird. Dadurch kann die Belastung der Bauteile und Leitungen erheblich verringert werden.

[0049] Es ergibt sich daher folgende Funktionsweise der Staudruckschaltung: Zunächst sei angenommen, daß der Verbraucher 81 zugeschaltet ist und von der Pumpe 50 mit Druckfluid versorgt wird. Wird mittels des Stellventils 80 der Verbraucher 81 weggeschaltet, d. h. das Stellventil 80 wird in die zweite Stellung geschaltet, und die Pumpe 50 auf Umlauf geschaltet, dann wird zugleich das steuerbare Umschaltventil 1 der Fördervolu-

menregelungseinrichtung angesteuert, um den Förderdruck der Pumpe 50 auf den reduzierten Umschalt-
druck zu begrenzen. Da zudem die Hochdruckleitung 53 über
das Stellventil 80 entlüftet wird, fällt der Druck in der
Hochdruckleitung 53 in kurzer Zeit stark ab. Sobald der
Druck des Druckfluids jedoch unter den von dem Vor-
spannventil 100 vorgegebenen maximalen Staudruck
fällt, schließt dieses, so daß die hydraulische Pumpe 50
auch bei äußerst geringem Fördervolumen einen För-
derdruck aufbauen kann. Die Fördervolumenregelungs-
einrichtung begrenzt den von der Pumpe 50 erzeugten
Staudruck auf einen Druck, der geringer als der zum Öff-
nen des Vorspannventils 100 erforderliche Druck ist.
Dadurch wird in dem pumpenseitigen Teil 101 der Hoch-
druckleitung 53 ein vorgegebener Restdruck aufrecht-
erhalten, der eine ausreichende Schmierung der Pumpe
50 im Leerlaufbetrieb gewährleistet und für den Be-
trieb der Fördervolumenregelungseinrichtung, insbe-
sondere bei Zuschalten des Verbrauchers 81, um die
Schwenkscheibe 67 der Pumpe 50 erneut auszu-
schwenken, zur Verfügung steht.

[0050] In dem anhand der Fig. 2 beschriebenen Aus-
führungsbeispiel fördert die Pumpe 50 im Umlaufbetrieb
Druckfluid aus dem Fluidtank 16 über den Niederdruck-
eingang 52 durch die Hochdruckleitung 53 und die Ent-
lüftungsleitung 86 in den Fluidtank 16 zurück. Alternativ
dazu kann beim Schalten der hydraulischen Pumpe 50
in den Umlauf auch die Entlüftungsleitung 86 direkt mit
dem Niederdruckeingang 52 der hydraulischen Pumpe
50 verbunden werden.

Patentansprüche

1. Staudruckschaltung mit einer hydraulischen Pumpe (50) zum Fördern eines Druckfluids, einer Fördervolumenregelungseinrichtung (61, 1), die das Fördervolumen der Pumpe (50) in Abhängigkeit von deren Förderdruck regelt, einem Stellventil (80), das zwischen die Pumpe (50) und einen Verbraucher (81) geschaltet ist, wobei bei einer Stellung des Stellventils (80), in der die Pumpe (50) unter Umgehung des Verbrauchers (81) auf direkten Umlauf geschaltet ist, die Fördervolumenregelungseinrichtung (61, 1) den Förderdruck auf einen vorgegebenen Restdruck begrenzt, und mit einem der Pumpe (50) nachgeschalteten Vorspannventil (100), das zum Erzeugen eines Staudrucks erst ab einem Druck öffnet, der größer als der vorgegebene Restdruck ist.
2. Staudruckschaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Vorspannventil (100) zwischen die Pumpe (50) und das Stellventil (80) geschaltet ist.
3. Staudruckschaltung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**,

daß das Vorspannventil (100) eine erste Meßfläche (115), die pumpenseitig mit einem Druck des Druckfluids beaufschlagt wird, und zumindest eine zweite Meßfläche (116) aufweist, die verbraucherseitig mit einem Druck des Druckfluids beaufschlagt wird.

4. Staudruckschaltung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Vorspannventil (100) einen Ventilkörper (106) aufweist, der mit dem Ventilgehäuse (105) des Vorspannventils (100) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, wobei die Meßflächen (115, 116) an dem Ventilkörper (106) ausgebildet und durch den Dichtsitz voneinander getrennt sind.
5. Staudruckschaltung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ventilkörper (106) einen konischen Abschnitt aufweist, an dem die Meßflächen (115, 116) ausgebildet sind.
6. Staudruckschaltung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Meßfläche (115) an einen Zuflußraum (103) angrenzt und die zweite Meßfläche (116) an einen Abflußraum (104) angrenzt, wobei der Zuflußraum (103) von dem Abflußraum (104) durch den Dichtsitz getrennt ist.
7. Staudruckschaltung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ventilkörper (106) zum Beaufschlagen des Dichtsitzes mit einer Vorspannkraft mittels einer Vorspannfeder (110) gegen das Ventilgehäuse (105) vorgespannt ist, wobei durch die Vorspannung der Vorspannfeder (110) der Druck einstellbar ist, ab dem das Vorspannventil (100) öffnet.
8. Staudruckschaltung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Vorspannventil (100) eine Entlüftungsleitung (109) zum Entlüften eines Innenraums (108) des Vorspannventils (100), in dem die Vorspannfeder (110) angeordnet ist, aufweist.
9. Staudruckschaltung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ventilkörper (106) eine umlaufende Nut aufweist, in der ein Dichtring (118) zum Abdichten des Innenraums (108), in dem die Vorspannfeder (110) angeordnet ist, vorgesehen ist.
10. Staudruckschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fördervolumenregelungseinrichtung (61, 1) ein steuerbares Umschaltventil (1) aufweist, das

in der Stellung des Stellventils (80), in der die Pumpe (50) direkt in den Druckfluid-Tank (16) fördert, den Förderdruck auf den vorgegebenen Restdruck begrenzt und in einer anderen Stellung des Stellventils (80), in der der Verbraucher (81) zugeschaltet ist, den Förderdruck auf einen maximalen Förderdruck begrenzt, der größer als der vorgegebene Restdruck ist.

11. Staudruckschaltung nach Anspruch 10, 10
dadurch gekennzeichnet,
daß das steuerbare Umschaltventil (1) elektromagnetisch betätigbar ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

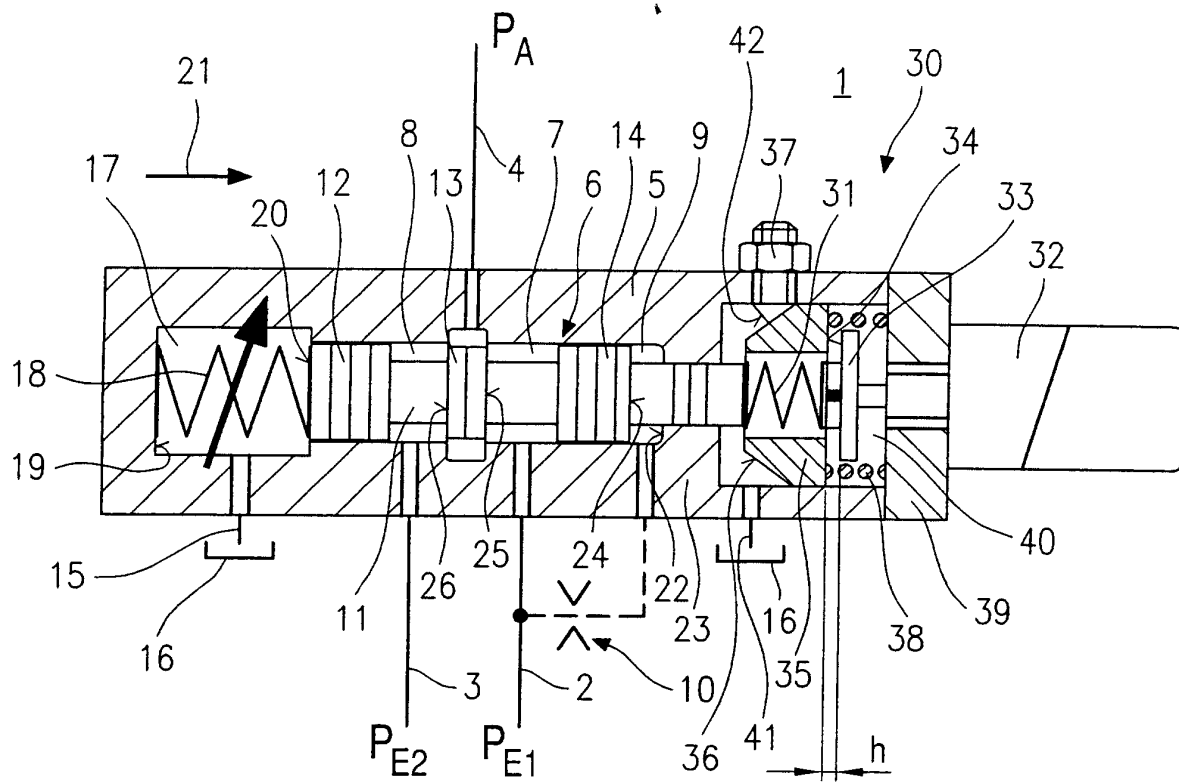


Fig. 1

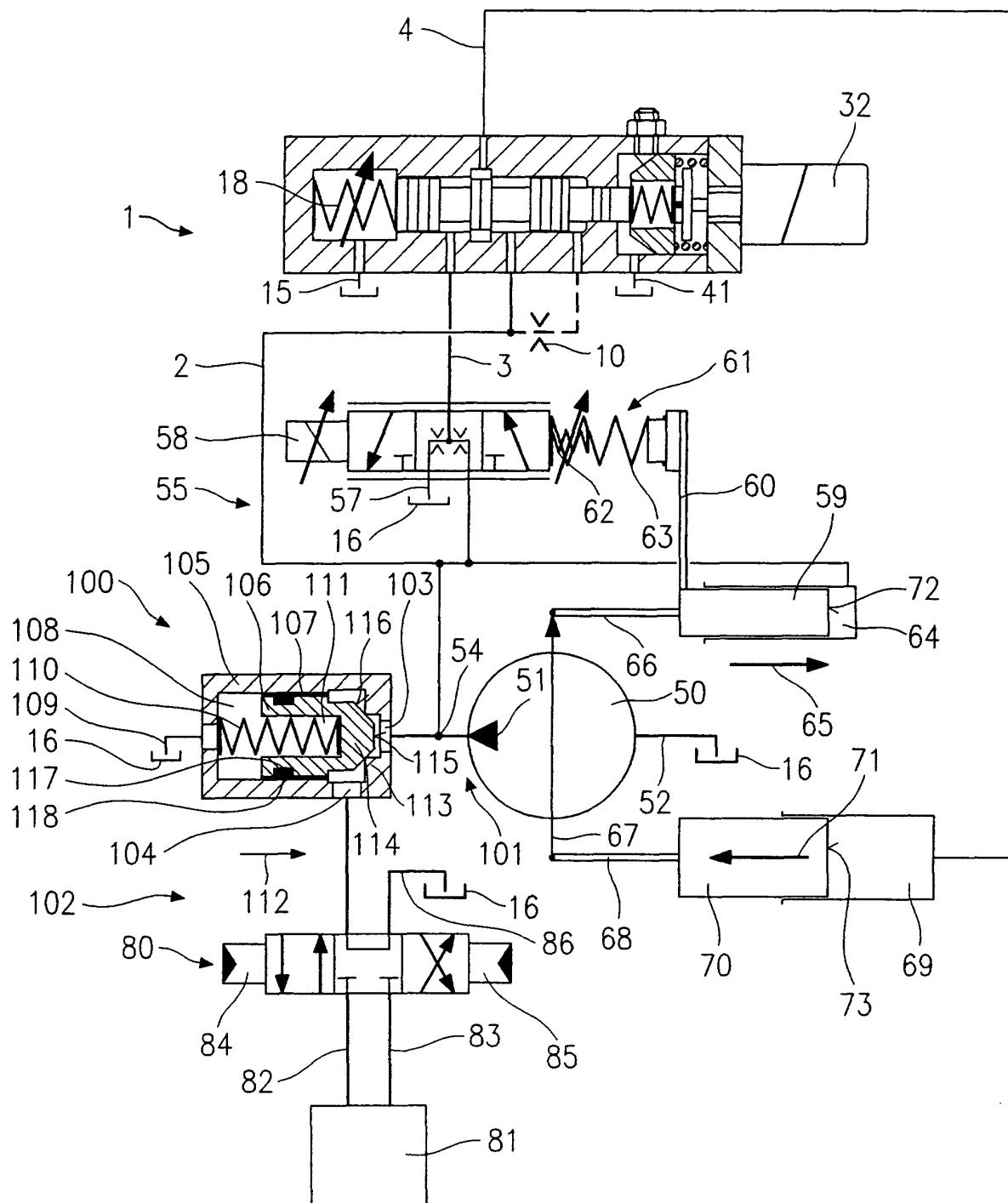


Fig. 2