



(11) **EP 2 014 919 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Einspruchsverfahren

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
08.01.2020 Patentblatt 2020/02
- (51) Int Cl.:
F04C 2/18^(2006.01) F04C 14/18^(2006.01)
- (45) Hinweis auf die Patenterteilung:
04.01.2017 Patentblatt 2017/01
- (21) Anmeldenummer: **08159994.6**
- (22) Anmeldetag: **09.07.2008**

-
- (54) **Verstellventil für die Verstellung des Fördervolumens einer Verdrängerpumpe**
Adjustment valve for adjusting the supply volume of a pressure pump
Soupape de réglage pour le réglage du volume d'alimentation d'une pompe volumétrique
-

- | | |
|--|---|
| <p>(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR</p> <p>(30) Priorität: 13.07.2007 DE 102007033146</p> <p>(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.01.2009 Patentblatt 2009/03</p> <p>(60) Teilanmeldung:
16206318.4 / 3 173 624</p> <p>(73) Patentinhaber: Schwäbische Hüttenwerke
Automotive GmbH
73433 Aalen-Wasseralfingen (DE)</p> <p>(72) Erfinder:
• Lamparski, Christof, Dr.
88441 Mittelbiberach (DE)</p> | <p>• Bohner, Jürgen
88339 Bad Waldsee (DE)</p> <p>(74) Vertreter: SSM Sandmair
Patentanwälte Rechtsanwalt
Partnerschaft mbB
Joseph-Wild-Straße 20
81829 München (DE)</p> <p>(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 908 364 EP-A2- 1 555 436
DE-A1- 3 109 045 DE-A1- 3 905 937
DE-A1- 10 324 092 DE-A1-102005 029 086
FR-A1- 2 326 600 JP-A- 57 131 890
US-A- 5 645 352 US-A- 5 876 185
US-A1- 2006 104 823 US-B1- 6 244 839
US-B1- 6 318 818</p> |
|--|---|
-

EP 2 014 919 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verstellventil für die Verstellung des Fördervolumens einer Verdrängerpumpe und eine Verdrängerpumpe mit dem Verstellventil, das für die Verstellung des Fördervolumens eines von der Pumpe zu fördernden Fluids in einem Fluidkreis der Pumpe angeordnet ist. Die Erfindung betrifft demgemäß auch das Verstellventil als solches, soweit es für die Verstellung des Fördervolumens einer Verdrängerpumpe vorgesehen ist.

[0002] Die Druckschrift US 5 876 185 A, die als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, offenbart ein Verstellventil mit einem Ventilkolben, der bei steigendem Ventilstelldruck gegen die Kraft einer Ventilfeeder bewegt wird. Mit diesem Ventil kann eine verstellbare Pumpe geregelt werden.

[0003] Verdrängerpumpen fördern Fluide mit einem zur Pumpengeschwindigkeit proportionalen Volumenstrom. Das Fördervolumen pro Umdrehung oder hin und her gehenden Hub, der so genannte spezifische Volumenstrom, ist konstant oder kann in der Praxis zumindest in guter Näherung als konstant betrachtet werden. Die Konstanz pro Umdrehung oder Hub und dementsprechend die Proportionalität zur Pumpengeschwindigkeit ist beispielsweise in Anwendungen störend, in denen das von der jeweiligen Pumpe zu versorgende Aggregat einen Fluidbedarf hat, der in einem oder mehreren Geschwindigkeitsbereich(en) der Pumpe geringer ist als der sich aus der Proportionalität ergebende Volumenstrom. In dem jeweiligen Geschwindigkeitsbereich fördert die Pumpe dementsprechend einen über dem Bedarf liegenden Volumenstrom, der verlustbehaftet abgeleitet wird. Die Problematik wird in der US 6 126 420 B beschrieben, die zur Lösung des Problems bereits eine Innenzahnpumpe mit verstellbarem Fördervolumen offenbart.

[0004] Die US 6 244 839 B1 offenbart ebenfalls eine Innenzahnpumpe mit verstellbarem Fördervolumen. Für die Verstellung ist das innere Zahnrad relativ zu dem äußeren Zahnrad axial verschiebbar. Das innere Zahnrad ist Bestandteil einer axial verschiebbaren Verstelleinheit, die als beidseitig wirkender Kolben gebildet ist. Die Verstelleinheit wird über ein 4/3-Verstellventil mit dem von der Pumpe geförderten Fluid beaufschlagt. Das Verstellventil weist ein Ventilgehäuse und einen im Ventilgehäuse axial hin und her bewegbaren Ventilkolben auf, der an einem axialen Ende mit dem geförderten Fluid und am anderen axialen Ende mit einer dem Druck des Fluids entgegenwirkenden Kraft einer Ventilfeeder beaufschlagt wird. Die Stellung des Ventilkolbens stellt sich entsprechend dem Gleichgewicht der Kraft der Ventilfeeder und der vom Fluidruck erzeugten Kraft ein. Das Verstellventil ist so ausgelegt, dass sich die Verstelleinheit der Pumpe bei Erreichen eines durch die Ventilfeeder vorgegebenen Fluiddrucks aus einer Axialposition für maximales Fördervolumen in Richtung auf eine Axialposition für minimales Fördervolumen bewegt. Die Vorspannkraft der Ventilfeeder wird am Verstellventil im Vorhinein

eingestellt.

[0005] Aus der WO 03/058071 A1 ist eine Verdrängerpumpe mit einem Verstellventil bekannt, dessen beweglicher Ventilkolben zur Verstellung des Fördervolumens der Pumpe in eine Axialrichtung mit Fluid der Hochdruckseite der Pumpe und dem Fluid entgegen wirkend mit einer Federkraft beaufschlagt wird. Um den Fluidruck, bei dessen Erreichen die Pumpe abgeregelt wird, absenken zu können, ist für das Verstellventil eine Steuerungseinrichtung vorgesehen, die auf den Ventilkolben eine Zusatzkraft ausübt. Als Beispiele für Steuerungseinrichtungen werden ein elektrischer Schrittmotor für die Verstellung der Vorspannkraft der Ventilfeeder und eine Magnetspule zur Erzeugung einer magnetischen Zusatzkraft genannt. Der mittels des Verstellventils geschaltete Fluidstrom wirkt auf eine Verschiebeeinheit der Pumpe nur in Richtung maximalen Fördervolumens, während in die Gegenrichtung stets der Druck der Hochdruckseite wirkt.

[0006] Aus der DE 103 24 092 A1 5 ist eine regelbare Schmierölpumpe mit einem Fördermengenregler bekannt. Der Fördermengenregler umfasst ein Ventil mit einem in axial beweglichen Regelkolben. Der Regelkolben arbeite gegen die Kraft einer Feder, die an der dem Regelkolben abgewandten Seite an einer Vorrichtung abgestützt ist, die es erlaubt, den Federweg des Regelkolbens zu verlängern oder die Federkraft der Feder zu verstellen. Die EP 1 555 436 A2 beschreibt eine Zahnpumpe mit Fördermengenregelung mit einem Ventil, dessen Durchgangsöffnung durch ein Steuergerät verändert werden kann. Bei dem Ventil handelt es sich um ein pulsbreitenmodelliertes Magnetventil, das zur Fördermengenregelung über einen mit der ersten Druckkammer der Pumpe verbundenen Druckumwandler mit einem mit diesem gekoppelten Steuergerät wirkverbunden ist. Aus der DE 102005 029 086 A1 ist eine Ölpumpe für eine Brennkraftmaschine mit einem Verstellventil bekannt. Das Ventil ist ein elektrisch ansteuerbares Ventil und umfasst einen im Ventil axial beweglichen Ventilkörper mit Abschnitten unterschiedlichen Durchmessers, bei deren Verschiebung langlochförmige Steueröffnungen des Ventils freigegeben oder verschlossen werden. Die DE 31 09 045 A1 beschreibt eine regelbare Hydraulikpumpe mit einem Regelventil. Bei dem Ventil handelt es sich um ein 3/2-Wege-Ventil, dessen Schalten durch Wirkung von Fluiddruck auf die Stirnfläche eines im Ventil beweglich gelagerten Schieberkolbens bewirkt wird. Die JP 57 131890 A beschreibt eine regelbare Förderpumpe mit einem durch Druckbeaufschlagung verstellbaren Ventil. Weitere einschlägige Pumpen sind außerdem in der US 7 726 948 B2, US 6 244 839 B1 und FR 2 326 600 A bekannt.

[0007] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, das Fördervolumen einer Verdrängerpumpe flexibel und genau an den Bedarf eines zu versorgenden Aggregats anzupassen und eine ausreichende Versorgung des Aggregats stets zu gewährleisten.

[0008] Die Erfindung geht von einer Verdrängerpumpe

für die Versorgung eines Aggregats mit Fluid aus, die ein Pumpengehäuse mit einer Förderkammer und ein in der Förderkammer bewegliches Förderglied aufweist, dass unmittelbar auf das Fluid wirkt, um dieses durch die Förderkammer zu fördern. Das Förderglied kann bei Ausführung einer Förderbewegung das Fluid alleine oder im Zusammenwirken mit einem oder gegebenenfalls auch mehreren weiteren Förderglied(ern) von einem Einlass der Förderkammer unter Erhöhung des Drucks durch einen Auslass der Förderkammer fördern. Der Einlass wird einer Niederdruckseite und der Auslass wird einer Hochdruckseite der Pumpe zugeordnet. Die Pumpe ist vorzugsweise in einem geschlossenen Fluidkreis angeordnet, kann grundsätzlich jedoch auch der Förderung des Fluids in einem offenen Fluidkreis dienen. Bei Integration in einem geschlossenen Fluidkreis saugt sie das Fluid auf der Niederdruckseite aus einem Reservoir durch den Einlass in die Förderkammer und fördert es auf der Hochdruckseite zu dem oder gegebenenfalls auch mehreren mit dem Fluid zu versorgenden Aggregat(en). Stromabwärts von dem oder den Aggregat(en) gelangt das Fluid wieder in das Reservoir, wodurch sich der Fluidkreis schließt. Die Pumpe kann beispielsweise für die Versorgung einer hydraulischen Presse mit Druckfluid verwendet werden. In bevorzugten Ausführungen ist sie in einem Kraftfahrzeug eingebaut oder für den Einbau vorgesehen, um eine das Kraftfahrzeug antreibende Brennkraftmaschine mit Schmierfluid oder ein Automatikgetriebe mit Hydraulikflüssigkeit zu versorgen. Vorzugsweise treibt die Brennkraftmaschine die Pumpe an.

[0009] Die Verdrängerpumpe umfasst ferner ein Verstellventil, mittels dem das Fördervolumen der Pumpe angepasst an den Bedarf des wenigstens einen zu versorgenden Aggregats verstellt und die für den Antrieb der Pumpe erforderliche Energie vorzugsweise entsprechend reduziert werden kann. Das Verstellventil umfasst ein Ventilgehäuse, einen in dem Ventilgehäuse beweglichen Ventilkolben, eine Ventildfeder und eine Verstellvorrichtung. Der Ventilkolben weist eine Wirkfläche für einen fluidischen Ventilstelldruck auf. Die Ventildfeder ist so angeordnet, dass sie dem insgesamt auf den Ventilkörper, wirkenden Ventilstelldruck entgegen auf den Ventilkolben wirkt.

[0010] Als Fördervolumen wird in bevorzugten Ausführungsformen der spezifische Volumenstrom der Pumpe als solche verstanden, im Falle einer Rotationspumpe der Volumenstrom pro Umdrehung und im Falle einer Hubkolbenpumpe der Volumenstrom pro Hub. Obgleich weniger bevorzugt kann die Pumpe auch eine Konstantpumpe und das Verstellventil kann auf der Hochdruckseite der Pumpe als Bypassventil angeordnet sein, um überschüssig gefördertes Fluid unter Umgehung des wenigstens einen Aggregats in das Reservoir zu fördern. Durch solch eine Bypassförderung wird zwar nicht der Energieverbrauch der Pumpe reduziert, aber immer noch eine bedarfsgerechte Förderung sichergestellt. Es wird in derartigen Ausführungen nicht das Fördervolumen am Auslass der Förderkammer, sondern das zu

dem wenigstens einen Aggregat geförderte Fördervolumen bedarfsgerecht gesteuert oder geregelt. Es kann auch eine in ihrem Fördervolumen verstellbare Pumpe mit solch einem Bypassventil kombiniert werden, indem der Volumenstrom pro Umdrehung oder Hub über ein erfindungsgemäßes Verstellventil oder in anderer Weise verstellt und stromabwärts von der Pumpe, aber stromaufwärts von dem zu versorgenden Aggregat, ein Teil des von der Pumpe geförderten Volumenstroms abgezweigt und ungenutzt in ein Reservoir zurückgeleitet wird. In bevorzugten Ausführungsformen wird das Fördervolumen der Pumpe als solche, gesehen unmittelbar am Auslass der Förderkammer, mittels des Verstellventils verstellt. In derartigen Ausführungen ist in dem Pumpengehäuse ein Stellglied bewegbar angeordnet, das in Richtung seiner Bewegbarkeit mit einer von dem Bedarf des wenigstens einen Aggregats abhängigen Stellkraft beaufschlagbar ist. Das Stellglied kann insbesondere zu einer Stirnseite des Förderglieds oder das Förderglied umgebend angeordnet sein. Das Stellglied und das Förderglied sind in ersten Varianten Bestandteil einer in dem Pumpengehäuse als Gesamtheit hin und her bewegbaren Verstelleinheit, beispielsweise einer linear beweglichen oder schwenkbaren oder anders quer zu einer Drehachse des bevorzugt drehbaren Förderglieds beweglichen Verstelleinheit. Beispiele derartiger Verstelleinheiten beschreiben beispielsweise die US 6 28.3 735 B1 für außenachsige, die US 6 126 420 B und US 6 244 8.39 B1 für innenachsige Pumpen. In zweiten Varianten ist das Stellglied relativ zu dem Förderglied und dem Pumpengehäuse verstellbar. Das Stellglied der zweiten Variante kann insbesondere ein das Förderglied umgebender Stellring sein, wie dies von Flügelumpen einschließlich Flügelzellenumpen, Pindelschieberumpen und auch von Innenzahnradumpen bekannt ist, um die Exzentrizität zum Förderglied zu verstellen, beispielsweise durch eine lineare Hub- oder eine Schwenkbewegung des Stellglieds.

[0011] Die Stellkraft wird vorzugsweise fluidisch erzeugt, indem das Stellglied einen Stellkolben bildet, der mit einem Druckfluid beaufschlagt wird. Dieses Druckfluid kann insbesondere auf der Hochdruckseite der Pumpe abgezweigt und als Teilstrom des von der Pumpe insgesamt geförderten Volumenstroms über das Verstellventil auf das Stellglied zurückgeführt werden. Das Druckfluid, mit dem das Stellglied beaufschlagt wird, kann grundsätzlich jedoch auch ein anderes Fluid sein, beispielsweise ein Fluid, das aus einem Druckreservoir oder von einer anderen Pumpe bereitgestellt wird.

[0012] In noch einer Variante wird ein Teilstrom des Fluids über das Verstellventil in die Förderkammer zurück zu der Niederdruckseite geführt, um dort den Füllgrad von Förderzellen zu steigern, wie dies beispielsweise in der US 6 9.35 851 B2 offenbart wird. Durch die Rückführung und Befüllung der Förderzellen wird gleichzeitig auch das Fördervolumen verstellt, wobei diese Art der Verstellung mit einer der bereits genannten anderen Arten auch in Kombination verwirklicht sein kann.

[0013] Nach der Erfindung wird die Verstelleinrichtung so gebildet, dass sie den Ventilkolben in Richtung der von dem Ventilstelldruck auf den Ventilkörper ausgeübten Kraft oder gegen den Ventilstelldruck verstellen kann. Sie wirkt vorzugsweise elektromagnetisch. Das Wort "oder" umfaßt hier wie auch überall sonst im Sinne der Erfindung die Bedeutung von "entwederoder" und auch die Bedeutung von "und", soweit sich aus dem jeweiligen Zusammenhang nicht unumgänglich eine eingeschränkte Bedeutung ergibt. Die VerStelleinrichtung kann dementsprechend so konstruiert sein, dass sie der Kraft des Ventilstelldrucks nur entgegenwirkt oder vorzugsweise nur in die gleiche Richtung und der Ventilsfeder entgegenwirkt, und sie kann alternativ auch so konstruiert sein, dass sie sowohl in als auch gegen die Kraft des Ventilstelldrucks den Ventilkolben verstellen kann.

[0014] In einer bevorzugten ersten Ausführungsform wirken der Ventilstelldruck und eine von der Verstelleinrichtung auf den Ventilkolben ausgeübte Kraft gemeinsam gegen die Kraft der Ventilsfeder. Steigt der Ventilstelldruck, kann der Ventilkolben mittels einer entsprechend kleineren Kraft der Verstelleinrichtung gegen die Kraft der Ventilsfeder verstellt werden.

[0015] In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform ist die Verstelleinrichtung für eine Verstellung des Ventilkolbens sowohl in Richtung des Ventilstelldrucks als auch gegen den Ventilstelldruck eingerichtet. Handelt es sich bei der Verstelleinrichtung um eine Magnetverstelleinrichtung mit nur einer einzigen Magnetspule, so ist in derartigen Ausführungsformen die Magnetspule umpolbar. Alternativ kann für jede von zwei Richtungen der Bewegbarkeit des Ventilkolbens eine eigene Magnetspule mit jeweils einem Anker vorgesehen sein und der eine dieser Anker auf den Ventilkolben eine Kraft in die eine und der andere Anker eine Kraft in die andere Richtung der Bewegbarkeit des Ventilkolbens ausüben, um den Ventilkolben hin und her zu bewegen.

[0016] Die Position des Ventilkolbens kann relativ zum Ventilgehäuse somit zumindest in der zweiten Ausführungsform, vorzugsweise aber auch in der ersten Ausführungsform unabhängig von dem auf die Wirkflächen wirkenden Ventilstelldruck verstellt, und das Fördervolumen der Pumpe kann dementsprechend eingestellt werden. Das Verstellventil kann somit das Fördervolumen über einen größeren Betriebsbereich des zu versorgenden Aggregats kontinuierlich oder beliebig gestuft angepasst einstellen und nicht nur auf einen bestimmten Druck, bei dessen Erreichen das Fördervolumen abge-regelt wird.

[0017] Nach der Erfindung ist eine Steuerungs- oder Regelungseinrichtung für das Verstellventil so eingerichtet, dass mittels des Verstellventils das Fördervolumen über den gesamten Betriebsbereich des Aggregats angepasst verstellbar ist. Andererseits gewährleisten die Ventilsfeder und der ständig der Kraft der Ventilsfeder entgegenwirkende Ventilstelldruck eine sichere Versorgung des Aggregats, wenn auch bei Ausfall der VerStelleinrichtung nur noch wie von herkömmlichen Verdränger-

pumpen bekannt mit einer Abregelung des Fördervolumens in Abhängigkeit von der Vorspannkraft und Federkonstanten der Ventilsfeder. Die Erfindung kombiniert eine genaue und flexible Anpassbarkeit an den Bedarf mit einer auch bei Ausfall der Verstelleinrichtung gewährleisteten Versorgungssicherheit, sie schafft eine sogenannte Second-Level-Steuerung oder -regelung für das Fördervolumen.

[0018] Das Verstellventil ist vorzugsweise ein Proportionalventil. Es wird vorzugsweise elektrisch angesteuert. Die Verstelleinrichtung wirkt vorzugsweise magnetisch. Sie kann eine Proportionalmagnetspule aufweisen, die spannungs- oder stromgesteuert oder -geregelt wird, also durch eine am Bedarf des wenigstens einen Aggregats orientierte Variation der angelegten Spannung oder des elektrischen Stroms. In anderen bevorzugten Ausführungen wird das Verstellventil pulsmoduliert gesteuert oder geregelt. Bei Verwendung eines pulsmodulierten Verstellventils kann die Dauer der einzelnen Pulse oder der zeitliche Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Pulsen der Stellgröße variiert werden, was auch den Fall einschließt, dass sowohl die Pulsdauer als auch die Zeitdauer zwischen aufeinander folgenden Pulsen angepasst an den Bedarf variiert wird. Die Periodendauer der Stellgröße ist vorzugsweise konstant. Bevorzugt wird ein pulswidenmoduliertes Verstellventil verwendet. Die Periodendauer der Stellgröße für das Verstellventil ist deutlich kleiner als die für die Verstellung des Fördervolumens bestimmende Zeitkonstante der Verdrängerpumpe. Die Pulsmodulation bedient sich des Tiefpasscharakters der Pumpe. Indem die Einschaltzeit der Pulsweitenmodulation oder der Zeitabstand im Falle einer Pulsfrequenzmodulation angepasst an den Bedarf variiert wird, kann der Durchfluss durch das Verstellventil und infolgedessen das Fördervolumen der Verdrängerpumpe quasi kontinuierlich dem momentanen Bedarf des Aggregats entsprechend gesteuert oder geregelt werden.

[0019] Das Verstellventil ist vorzugsweise ein Mehrwegeventil mit wenigstens drei Anschlüssen, bevorzugt mit vier Anschlüssen. Es ist vorzugsweise zwischen wenigstens zwei Schaltstellungen, bevorzugt zwischen drei Schaltstellungen, umschaltbar.

[0020] Das Verstellventil wird in bevorzugten Ausführungen in Abhängigkeit von einem Sollwert für den von der Verdrängerpumpe zu fördernden Volumenstroms oder einen von der Verdrängerpumpe zu erzeugenden Fluidversorgungsdruck gesteuert oder geregelt. Eine Sollwertvorgabe gibt den Sollwert einer für das Verstellventil vorgesehenen Steuerungs- oder Regelungseinrichtung vor. Der Sollwert wird vorzugsweise in Abhängigkeit von dem Bedarf des Aggregats variiert. Vorzugsweise wird ein Kennfeld für die vom Betriebszustand des Aggregats abhängigen Sollwerte vorgegeben. Der wenigstens eine Sollwert oder bevorzugt die mehreren Sollwerte wird oder werden in Abhängigkeit von einer für den Betriebszustand kennzeichnenden physikalischen Größe vorgegeben, die während des Betriebs des Ag-

gregats mittels einer Erfassungseinrichtung sensorisch ermittelt wird. Die wenigstens eine physikalische Größe kann insbesondere eine Temperatur, eine Drehzahl oder ein Lastzustand des Aggregats sein. Bevorzugt wird der Sollwert oder werden die Sollwerte für den Volumenstrom oder den Fluidversorgungsdruck in Abhängigkeit von wenigstens zwei den Betriebszustand des Aggregats kennzeichnenden Größen vorgegeben. Wird die Verdrängerpumpe als Schmierölpumpe für eine Brennkraftmaschine verwendet, kann oder können sensorisch beispielsweise die Temperatur des Schmieröls oder der Kühlflüssigkeit im Bereich der Brennkraftmaschine oder die Drehzahl oder für den Lastzustand die Gaspedal- oder eine Drosselklappenstellung erfasst und daraus anhand des Kennfelds der zugehörige Sollwert ermittelt und der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung für das Verstellventil vorgegeben werden.

[0021] In einer bevorzugten ersten Ausführungsform wird das Verstellventil in Abhängigkeit von dem jeweiligen Sollwert nur gesteuert. Auf die Erfassung eines für den Bedarf repräsentativen Istwerts der den Sollwert bildenden physikalischen Größe, nämlich des Volumenstroms oder des Fluidversorgungsdrucks, wird verzichtet, ebenso auf eine aufwendige Verarbeitung für eine Regelung anhand eines Soll/Ist-Vergleichs.

[0022] In einer ebenfalls bevorzugten zweiten Ausführungsform wird das Verstellventil in Abhängigkeit von einem Soll/Ist-Vergleich des jeweiligen Sollwerts und eines kontinuierlich oder in ausreichend kleinen Zeitabständen gemessenen Istwerts des Volumenstroms oder des Fluidversorgungsdrucks geregelt. Eine Regelung ist in solchen Fällen von Vorteil, in denen sich der Volumenstrombedarf des Aggregats wegen Verschleiß im Verlaufe der Lebensdauer des Aggregats ändert.

[0023] In einer optionalen Kombination der beiden Ausführungsformen ist eine Kontrolleinrichtung vorgesehen, die von einer Steuerung gemäß der ersten Ausführungsform auf eine Regelung gemäß der zweiten Ausführungsform umstellen kann. Bevorzugt wird dabei, wenn das Verstellventil zunächst anhand des vorgegebenen Volumenstroms gesteuert und bei zunehmenden Leckverlusten in Folge eines Verschleißes des Aggregats später auf eine Druckregelung umgestellt wird. In noch einer weiteren Ausführungsform ist eine leitfähige Kontrolleinrichtung vorgesehen, die anhand einer sensorischen Erfassung des Volumenstroms oder Fluidversorgungsdrucks zunehmenden Verschleiß feststellt und den Sollwert oder das Sollwert-Kennfelds angepasst wenigstens einmal oder in mehreren Stufen, gegebenenfalls kontinuierlich während der Lebensdauer des Aggregats verschiebt.

[0024] In noch einer bevorzugten Ausführungsform wird das Verstellventil zum einen anhand eines Sollwerts oder eines Sollwert-Kennfelds für den Fluidversorgungsdruck oder den Volumenstrom gesteuert und zusätzlich stromgeregelt. Eine besonders bevorzugte Ausführung ist ein anhand eines Sollwerts oder mehrerer Sollwerte bzw. eines Sollwert-Kennfelds für den Fluidversorgungs-

druck oder den Volumenstrom mittels Pulsweitenmodulation gesteuertes und zusätzlich stromgeregeltes Verstellventil. Mit der Stromregelung werden vorteilhafterweise mit Temperaturänderungen einhergehende Änderungen des elektrischen Widerstands einer Magnetverstellereinrichtung ausgeglichen. Es wird die Stromaufnahme der Magnetverstellereinrichtung erfasst und die Änderungen in der Größe des elektrischen Stroms aufgrund von Widerstandsänderungen ausgeglichen, indem das Tastverhältnis der Variation der Stromaufnahme entsprechend geregelt wird. Entsprechend kann jedoch nicht nur für die bevorzugte Ausführung als pulsweitenmoduliertes Verstellventil, sondern auch bei anders gesteuerten Verstellventilen verfahren werden. Durch eine Stromregelung zusätzlich zur Steuerung anhand eines Sollwerts oder Sollwert-Kennfelds für den Volumenstrom oder den Fluidversorgungsdruck kann auf eine Volumenstrom- oder Druckregelung verzichtet werden, obgleich auch im Falle einer Stromregelung zusätzlich eine Volumenstrom- oder Druckregelung zum Einsatz gelangen kann.

[0025] Die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung kann integrierter Bestandteil des Verstellventil oder separat von diesem eingebaut sein. Die Sollwertvorgabe kann gegenständlicher Bestandteil der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung oder gegenständlich separat von den anderen Teilen der Steuerungs- oder Regelungseinrichtung verwirklicht sein. Das Verstellventil ist vorzugsweise integrierter Bestandteil der Verdrängerpumpe, beispielsweise am Pumpengehäuse montiert. Das Verstellventils kann in der integrierten Ausführung vorteilhafterweise auch im Gehäuse der Verdrängerpumpe angeordnet sein, beispielsweise in einer Aufnahmebohrung oder einem andersartig geformten Aufnahmeraum in einer Wand des Pumpengehäuses. Die Anschlüsse des Verstellventils können in derartigen Ausführungen raum- und gewichtssparend als Bohrungen oder anders geformte Kanäle im Gehäuse, insbesondere in besagter Gehäusewand geformt sein. Das Pumpengehäuse kann dementsprechend gleichzeitig auch das Ventilgehäuse oder auch nur einen Teil des Ventilgehäuses bilden.

[0026] In den Ausführungsformen, in denen das Fördervolumen unmittelbar der Pumpe verstellt wird, ist es vorteilhaft, wenn das Stellglied als doppelwirkender Stellkolben gebildet ist mit zwei axial voneinander abgewandten, vorzugsweise einander abgewandt gegenüberliegenden Kolbenflächen und mittels des Verstellventils entweder die eine oder die andere Kolbenfläche mit einem unter Druck stehenden Druckfluid beaufschlagt werden kann, gegebenenfalls auch beide Kolbenflächen gleichzeitig.

[0027] Bildet das Stellglied einen mit Druckfluid beaufschlagbaren Stellkolben, beispielsweise einen nur einseitig mit Druckfluid beaufschlagbaren oder vorzugsweise einen doppelwirkenden Kolben, wird es in bevorzugten Ausführungen von einer Pumpenfeder mit einer Federkraft beaufschlagt, wobei die Pumpenfeder in Richtung auf eine Vergrößerung des Fördervolumens der

Pumpe wirkt. Bildet das Stellglied einen doppelwirkenden Kolben, wird es bevorzugt, wenn die Pumpenfeder so schwach ist, dass die Verstellodynamik der Pumpe nicht maßgeblich durch die Pumpenfeder beeinflusst wird, sondern ausschließlich oder zumindest zu einem deutlich überwiegenden Teil durch das Verstellventil. Grundsätzlich kann auf eine Pumpenfeder in derartigen Ausführungen auch verzichtet werden. Andererseits ist die Verwendung einer schwachen Pumpenfeder von Vorteil, wobei solch eine Pumpenfeder so ausgelegt ist, dass sie nur sicherstellt, dass bei mit geringer Geschwindigkeit laufender Verdrängerpumpe das für diese Pumpengeschwindigkeit maximale Fördervolumen gefördert wird. Es genügt eine Pumpenfeder, die auf das Stellglied eine Federkraft entsprechend einem Fluidruck von höchstens 1 bar ausübt.

[0028] Bevorzugt erzeugt das mittels des Verstellventils gesteuert oder geregelt zu der Verdrängerpumpe zwecks Verstellung geführte Fluid oder im Falle eines nur als Bypassventil verwendeten Verstellventils das zu einem Reservoir abgezweigte Fluid bei seinem Durchfluss durch das Verstellventils den Ventilstelldruck. In derartigen Ausführungen wird für die Erzeugung des Ventilstelldrucks kein separater Anschluß benötigt. Der gleiche Einlass, durch den der das Verstellventils durchströmende Fluidstrom in das Verstellventil gelangt, bildet auch den Anschluß für das den Ventilstelldruck erzeugende Fluid.

[0029] Bevorzugt wird es, wenn der Ventilstelldruck mittels mehrerer Wirkflächen, vorzugsweise mittels genau zwei Wirkflächen erzeugt wird, die sich der Größe nach unterscheiden, so dass der Ventilstelldruck auf den Ventilkolben, eine Differenzkraft entsprechend der Flächendifferenz der Wirkflächen ausübt. Besonders bevorzugt wird das Merkmal der Differenzkraft mit dem weiteren Merkmal kombiniert, wonach das Fluid bei dem Durchströmen des Verstellventils gleichzeitig auch den Ventilstelldruck erzeugt.

[0030] In einer Weiterbildung kann die Vorspannkraft der Ventildfeder verstellbar werden, bevorzugt fluidisch während die Verdrängerpumpe das Fluid fördert. So kann das Verstellventil einen weiteren Kolben aufweisen der vorzugsweise nur der Einstellung der Vorspannkraft dient und vorzugsweise mit dem Fluid beaufschlagt wird, das auch den Ventilstelldruck erzeugt, wobei für den Kolben zur Verstellung der Vorspannkraft ein separater Anschluß vorgesehen oder vorzugsweise eine auf diesen Verstellkolben wirkende Kraft ebenfalls von dem durchströmenden Fluid erzeugt werden kann.

[0031] Vorteilhafte Merkmale werden auch in den Unteransprüchen und deren Kombinationen beschrieben.

[0032] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Figuren erläutert. An dem Ausführungsbeispiel offenbar werdende Merkmale bilden je einzeln und in jeder Markmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und auch die vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 eine Verdrängerpumpe in einem Querschnitt,
 Figur 2 die Verdrängerpumpe in einem Längsschnitt,
 Figur 3 die Verdrängerpumpe mit einem Verstellventil für die Verstellung des Fördervolumens der Pumpe,
 Figur 4 das Verstellventil einzeln als Schaltzeichen und
 Figur 5 das Verstellventils in einem Längsschnitt.

[0033] Figur 1 zeigt eine Verdrängerpumpe in einem Querschnitt. In einem Pumpengehäuse 1 ist eine Förderkammer mit einem Einlass 2 auf einer Niederdruckseite und einem Auslass 3 auf einer Hochdruckseite gebildet. In der Förderkammer sind ein erstes Förderglied 4 und ein zweites Förderglied 5 beweglich angeordnet. Die Förderglieder 4 und 5 sind miteinander in einem Fördereingriff. Werden die Förderglieder 4 und 5 angetrieben, führen sie im Fördereingriff eine Förderbewegung aus, durch die ein Fluid, beispielsweise Schmieröl oder eine Hydraulikflüssigkeit, durch den Einlass 2 in die Förderkammer gesogen und mit höherem Druck durch den Auslass 3 verdrängt wird. Das Förderglied 4 wird angetrieben und treibt das Förderglied 5 im Fördereingriff an.

[0034] Die Verdrängerpumpe des Ausführungsbeispiels ist eine Außenzahnradpumpe. Die Förderglieder 4 und 5 sind dementsprechend außen umlaufend verzahnte Förderrotoren und der Fördereingriff ein Zahnengriff. Die Förderglieder 4 und 5 sind um je eine Drehachse R_4 und R_5 drehbar gelagert. Bei einem Drehantrieb wird das angesaugte Fluid vom Einlass 2 in bei jedem der Förderglieder 4 und 5 von den Zahnspalten gebildeten Förderzellen durch den Bereich der so genannten Umschlingung 1a transportiert und durch den Auslass 3 ausgestoßen.

[0035] Um das Fördervolumen der Pumpe dem Bedarf eines mit dem Fluid zu versorgenden Aggregats anpassen zu können, ist die längs den Drehachsen R_4 und R_5 gemessene axiale Länge des Fördereingriffs der Förderglieder 4 und 5, die Eingriffslänge, verstellbar. Für die Verstellung ist das Förderglied 5 relativ zu dem Förderglied 4 und dem Pumpengehäuse 1 axial zwischen einer Position maximaler Eingriffslänge und dementsprechend maximalen Fördervolumens und einer Position minimaler Eingriffslänge und dementsprechend minimalen Fördervolumens hin und her bewegbar.

[0036] Figur 2 zeigt die Verdrängerpumpe in einem Längsschnitt. Das Förderglied 4 ist verdrehgesichert auf einer Antriebswelle befestigt, die aus dem Pumpengehäuse 1 hinausragt und ein Antriebsrad für den Antrieb der Pumpe trägt. Das Förderglied 5 ist Bestandteil einer Verstelleinheit, die über das Förderglied 5 hinaus ein Stellglied mit zwei Stellkolben 6 und 7 umfasst. Diese Verstelleinheit 5-7 ist als Gesamtheit im Pumpengehäuse 1 axial hin und her bewegbar, um die Eingriffslänge verstellen zu können. Das Förderglied 5 ist axial zwischen den Stellkolben 6 und 7 angeordnet. Das Stellglied 6, 7 lagert das Förderglied 5 um die Drehachse R_5 drehbar. Die Verstelleinheit 5-7 ist in einem zylindrischen

Hohlraum des Pumpengehäuses 1 aufgenommen. Der Hohlraum bildet eine axiale Laufbahn für die Bewegungen der Verstelleinheit, 5-7. Des Weiteren bildet er an einer axialen Seite der Verstelleinheit 5-7 einen Druckraum 8 und an der anderen Seite einen weiteren Druckraum 9. Die Stellkolben 6 und 7 trennen die beiden Druckräume 8 und 9 von unvermeidlichen Leckverlusten abgesehen fluidisch voneinander und auch von der Förderkammer. Die Druckräume 8 und 9 sind jeweils mit einem unter Druck stehenden Fluid, im Ausführungsbeispiel mit dem von der Verdrängerpumpe geförderten Fluid bedruckbar. In dem Druckraum 9 ist eine Pumpenfeder 10 angeordnet, deren Federkraft auf die Verstelleinheit, 5-7, nämlich auf den Stellkolben 7, in Richtung maximaler Eingriffslänge wirkt.

[0037] Figur 3 zeigt die Verdrängerpumpe integriert in einen geschlossenen Fluidkreis, beispielsweise einen Schmierölkreis eines Kraftfahrzeugs. Der Fluidkreis enthält ein Reservoir 11, aus dem die Pumpe das Fluid auf der Niederdruckseite durch den Einlass 2 ansaugt und mit höherem Druck auf der Hochdruckseite durch den Auslass 3, eine angeschlossene Versorgungsleitung 12 und über eine Kühl- und Reinigungseinrichtung 13 mit einem Kühler und einem Filter zu dem mit dem Fluid zu versorgenden Aggregat 14, beispielsweise eine Biennkraftmaschine für den Antrieb eines Kraftfahrzeugs, fördert. Stromabwärts von dem Aggregat 14 wird das Fluid durch eine Leitung 15 zurück in das Reservoir 11 geführt.

[0038] Stromabwärts von der Kühl- und Reinigungseinrichtung 13, insbesondere stromabwärts von dem Reinigungsteil der Kühl- und Reinigungseinrichtung 1.3, aber noch stromaufwärts von dem Aggregat 14 wird ein Teilstrom 16 des Fluids abgezweigt und über ein Verstellventil 20 zu der Pumpe zurückgeführt. Das Verstellventil 20 weist einen Einlass für den Teilstrom 16, einen mit dem Reservoir 11 kurzgeschlossenen Auslass und zwei weitere Anschlüsse auf, von denen der eine über eine Leitung 18 mit dem Druckraum 8 und der andere über eine Leitung 19 mit dem Druckraum 9 verbunden ist. Das Verstellventil 20 ist ein Mehrwege-Schaltventil. In einer ersten Schaltstellung führt es den Teilstrom 16 in den Druckraum 8 und verbindet den Druckraum 9 mit dem Reservoir 11, schaltet den Druckraum 9 also auf Umgebungsdruck. In einer zweiten Schaltstellung, die das Verstellventil in Figur 3 einnimmt, kehrt es diese Verhältnisse um, indem es den Teilstrom 16 in den Druckraum 9 führt und den Druckraum 8 mit dem Reservoir 11 kurzschließt. Das Verstellventil 20 des Ausführungsbeispiels kann drei Schaltstellungen einnehmen, nämlich die beiden genannten Schaltstellungen und ferner eine Mittelstellung, in der es die Druckräume 8 und 9 voneinander und auch von dem Reservoir 11 und dem Teilstrom 16 trennt, so dass der jeweilige Druck in den Druckräumen 8 und 9 erhalten bleibt, sieht man von Leckagen und damit verbundenen Leckverlusten ab. Im Ausführungsbeispiel wurde für das Verstellventil 20 ein 4/3-Wegeventil gewählt.

[0039] Figur 4 zeigt das Verstellventil 20 wie in Figur

3 als Schaltzeichen, lediglich in vergrößerter Darstellung. Eingetragen sind die vier Anschlüsse des Verstellventils 20, von denen der Einlass für den zurückgeführten Teilstrom 16 mit I, der Auslass zum Reservoir 11 mit O, der Anschluss für den Druckraum 8 mit A und der Anschluss für den Druckraum 9 mit B bezeichnet sind.

[0040] Das Verstellventil 20 ist ein Proportionalventil mit einem ständig wirkenden fluidischen Ventilstelldruck P_{20} , nämlich dem Druck des im Teilstroms 16 zurückgeführte Fluids, und einer Ventildfeder 25, die dem Ventilstelldruck P_{20} entgegen wirkend angeordnet ist. Der fluidische Ventilstelldruck P_{20} und die Kraft der Ventildfeder 25 allein bestimmen bei ordnungsgemäßer Funktion des Verstellventils 20 jedoch nicht dessen Schaltstellung. Das Verstellventil 20 umfasst als Proportionalventil eine Verstelleinrichtung, die das Verstellventil 20 angepasst an den Fluidbedarf des Aggregats 14 aus jeweils einer der Schaltstellungen in eine andere umsteuert. Der Ventilstelldruck P_{20} und die Ventildfeder 25 verleihen dem Verstellventil 20 eine Fail-Safe-Eigenschaft bei Ausfall der Proportional-Verstelleinrichtung.

[0041] Die Verstelleinrichtung ist eine Magnetverstelleinrichtung, die mit einem pulsweitenmodulierten elektrischen Stellsignal geschaltet wird. Das Stellsignal wird von einer Steuerungseinrichtung in Form eines Rechtecksignals mit einem konstanten oberen und einem konstanten unteren Signallevel, beispielsweise Spannungsniveau, und einer bestimmten Periodendauer erzeugt. Entsprechend der Pulsweitenmodulation kann die Zeitdauer des oberen Signallevels, die so genannte Einschaltzeit, und in der Folge entsprechend die Zeitdauer des unteren Signallevels, die Ausschaltzeit, variiert werden. Die Magnetkraft der Verstelleinrichtung ändert sich entsprechend dem Tastverhältnis des Stellsignals, d. h. dem Verhältnis der Einschaltzeit zur Periodendauer t . Die Schaltstellung des Verstellventils 20 ergibt sich aus dem Kräftegleichgewicht der Kraft der Ventildfeder 25 und den beiden entgegenwirkenden Kräften, nämlich der vom Ventilstelldruck P_{20} erzeugten fluidischen Kraft und der Magnetkraft. Je größer der Ventilstelldruck P_{20} , desto kleiner ist die dem Gleichgewicht der Kräfte entsprechende Magnetkraft. Übersteigt die Summe aus fluidischer Kraft und Magnetkraft die Federkraft, bewegt sich der Ventilkolben 22 in Richtung auf die erste Schaltstellung, und das Fördervolumen der Verdrängerpumpe wird abgeregelt. Überwiegt die Kraft der Ventildfeder 25, bewegt sich der Ventilkolben 22 in die zweite Schaltstellung, und die Verschiebeeinheit 5-7 bewegt sich entsprechend in Richtung maximales Fördervolumen.

[0042] In einer Modifikation sind die Einschaltzeit und die Ausschaltzeit der ersten und der zweiten Schaltstellung des Verstellventils 20 zugeordnet. Bei ordnungsgemäßer Funktion der Verstelleinrichtung sind die Position des Ventilkolbens 22 und damit einhergehend die Schaltstellung des Verstellventils 20 vom Ventilstelldruck P_{20} entkoppelt. Beispielfhaft sei angenommen, dass das Verstellventil, 20 während jeder Einschaltzeit die erste Schaltstellung einnimmt, in der das Fluid des Teilstroms

16 in den Druckraum 8 zurückgeführt wird, und während jeder Ausschaltzeit die zweite Schaltstellung einnimmt, in der das Fluid in den Druckraum 9 zurückgeführt wird.

[0043] Durch Variation der Einschaltzeit und entsprechend der Ausschaltzeit kann in beiden Ausführungen wegen der im Vergleich zu der maßgeblichen Zeitkonstanten der Pumpe deutlich kürzeren Periodendauer t des Stellsignal der Durchfluss durch das Verstellventil 20 zum jeweiligen Druckraum 8 oder 9 praktisch kontinuierlich variiert werden. Entsprechend kontinuierlich kann auch der Druck im Druckraum 8 und der Druck im Druckraum 9 verändert werden.

[0044] In der Folge kann die Verstelleinheit 5-7 längs ihres axialen Stellwegs in jede beliebige Axialposition bewegt und auch dort gehalten werden. Das Fördervolumen ist somit zwischen dem maximalen und dem minimalen Fördervolumen flexibel und genau kontinuierlich an den Fluidbedarf des Aggregats 14 anpassbar.

[0045] Für die bedarfsgerechte Versorgung des Aggregats 14 ist in einer Steuerung des Aggregats 14, im Ausführungsbeispiel einer Motorsteuerung, ein Kennfeld in einem elektronischen oder optischen Speicher abgelegt. Das Kennfeld enthält für die hinsichtlich des Fluidbedarfs relevanten Betriebszustände des Aggregats 14 jeweils einen vorgegebenen Sollwert für den Fluidversorgungsdruck P_{14} oder den Volumenstrom V_{14} , den das Aggregat 14 im jeweiligen Betriebszustand benötigt. Diese Volumenstrom- oder Druck-Sollwerte sind in dem Kennfeld in Abhängigkeit von physikalischen Größen abgelegt, die die hinsichtlich des Fluidbedarfs zu unterscheidenden Betriebszustände kennzeichnen. Beispielfür die physikalischen Größen seien die Temperatur T , die Drehzahl D und die Last L genannt. Das Aggregat 14 weist eine Erfassungseinrichtung zur Erfassung einer oder mehrerer, die unterschiedlichen Betriebszustände kennzeichnenden physikalischen Größe(n) auf. Die Temperatur T kann beispielsweise an einer kritischen Stelle des Aggregats 14, in einem der Kühlung des Aggregats 14 dienenden Kühlfluid oder in dem von der Pumpe 3 geförderten Fluid gemessen werden. Die Drehzahl D kann sehr einfach mittels eines Tachometers und die Last L über die Gaspedal- oder eine Drosselklappenstellung erfasst werden. In Abhängigkeit von den erfassten Größen wählt eine Sollwertvorgabe anhand des Kennfelds den zugeordneten Druck- oder Volumenstrom-Sollwert aus und gibt ihn der Steuerungseinrichtung für das Verstellventil 20 auf. Die Steuerungseinrichtung bildet das Stellsignal, nämlich das Verhältnis der Einschaltzeit zur Periodendauer t , entsprechend dem momentanen Sollwert. Eine Rückkopplung mittels einer Regelgröße, vorliegend einem gemessenen Ist-Wert des Fluidversorgungsdrucks P_{14} oder des Volumenstroms V_{14} , ist nicht erforderlich, so lange der tatsächliche Eluidbedarf des Aggregats 14 dem Sollwert entspricht.

[0046] Die Steuerung auf der Basis des Sollwerts kann insbesondere um eine Stromregelung ergänzt sein. Die Stromregelung dient insbesondere der Kompensation von Widerstandsänderungen der magnetischen Verstel-

leinrichtung, wie sie vor allem bei Temperaturänderungen stattfinden können. Dabei wird die Stromaufnahme der Verstelleinrichtung mit einer Erfassungseinrichtung erfasst und auf einem bestimmten Stromwert gehalten.

5 Wird mittels der Erfassungseinrichtung eine Änderung der Stromaufnahme und dementsprechend des elektrischen Widerstands der Verstelleinrichtung festgestellt, wird das Tastverhältnis in solch einer Weise verändert, dass die Stromaufnahme wieder dem Stromwert vor der
10 Widerstandsänderung entspricht.

[0047] Für den Fall, dass sich der tatsächliche Fluidbedarf des Aggregats 14 ändert und von den Sollwerten des Kennfeldes abweicht, beispielsweise aufgrund eines im Verlaufe der Lebensdauer des Aggregats 14 stattfindenden Verschleißes, ist für das Verstellventil 20 auch eine Regelungseinrichtung vorgesehen. Die Regelungseinrichtung bildet das Stellsignal für das Verstellventil 20 in Abhängigkeit von einem Soll-Ist-Vergleich auf der Basis eines für das Aggregat 14 erforderlichen Fluidversorgungsdrucks P_{14} oder Volumenstroms V_{14} . Die Regelungseinrichtung hat Zugriff auf einen Speicher, in dem andere Sollwerte des Drucks P_{14} oder Volumenstroms V_{14} in Form eines Kennfelds vergleichbar dem bislang für die Steuerung verwendeten Kennfeld abgelegt sind.
25 Die Kennfelder der Druck-Sollwerte oder Volumenstrom-Sollwerte können in physikalisch unterschiedlichen Speichern oder im gleichen Speicher in unterschiedlichen Bereichen abgelegt sein. Des Weiteren ist eine übergeordnete Kontrolleinrichtung vorgesehen, die Bestandteil der Druck- oder Volumenstrom-Steuerungseinrichtung oder der Regelungseinrichtung sein kann und von der Steuerung auf eine Regelung umstellt, wenn festgestellt wird, dass sich der Bedarf des Aggregats soweit geändert hat, dass das Kennfeld der Sollwerte den tatsächlichen Bedarf nicht mehr adäquat beschreibt, weil sich der Bedarf beispielsweise aufgrund Verschleiß erhöht hat. Für den Soll-Ist-Druckvergleich kann der tatsächlich herrschende Fluidversorgungsdruck P_{14} beispielsweise an der stromabwärtigsten Verbrauchsstelle des Aggregats 14 oder im Beispielfall der Brennkraftmaschine an der Motorgalerie erfasst und mit dem für den jeweiligen Betriebszustand maßgeblichen Druck-Sollwert verglichen werden, beispielsweise durch Differenzbildung von Soll- und Istwert.
30

[0048] Die beispielhaft als nicht rückgekoppelt beschriebene Druck- oder Volumenstrom-Steuerung kann zu einer Druck- oder Volumenstrom-Regelung mit einem Soll/Ist-Vergleich des jeweiligen Druck- oder Volumenstrom-Sollwerts mit einem für den Vergleich zu messenden Istwert weitergebildet sein. Es können mehrere Kennfelder für den Volumenstrom V_{14} oder Fluidversorgungsdrucks P_{14} im Vorhinein abgelegt sein, die den Bedarf für unterschiedliche Zeitpunkte im Lebenszyklus des Aggregats 14 beschreiben, beispielsweise ein Kennfeld für die ersten n Kilometer eines Kraftfahrzeuges oder n Betriebsstunden des Aggregats 14, die nächsten m Kilometer des Fahrzeugs oder m Betriebsstunden des Aggregats etc. Anhand beispielsweise des Kilometerstands
45

des Fahrzeugs oder einer Betriebsdatiererfassung kann in derartigen Ausführungen von dem zuerst benutzten Kennfelds auf das nächste usw. umgestellt werden. Die Steuerungseinrichtung kann schließlich auch über die Fähigkeit verzügen, die Sollwerte des Kennfelds entsprechend dem Zustand des Aggregats 14 zu verändern, um jeweils auf der Basis des veränderten Kennfelds das Verstellventil 20 besser an den jeweiligen Zustand des Aggregats 14 angepasst steuern zu können. Die Änderung der Sollwerte des Kennfelds oder die Auswahl eines von mehreren vorgegebenen Kennfeldern wird vorteilhafterweise automatisch vorgenommen, beispielsweise anhand des bereits genannten Kilometerstands oder der Betriebsdauer oder einer Erfassung des Fluidversorgungsdrucks P_{14} und Vergleich mit einem oder in Form eines Kennfeldes vorgegebenen Druck-Sollwert(en), wobei solch ein Soll/Ist-Vergleich zwar für eine Druckregelung des Verstellventils 20 verwendet werden könnte, vorzugsweise aber lediglich für die Auswahl des zu verwendenden Druck- oder Volumenstrom-Kennfelds oder die Veränderung der Druck- oder Volumenstrom-Sollwerte eines einzigen vorgegebenen Kennfelds zur Steuerung verwendet wird.

[0049] In den Figuren 3 und 4 wird für die Erzeugung des Ventilstelldrucks P_{20} von dem zurückgeführten Teilstrom 16 nochmals ein Teilstrom 17 vor dem Verstellventil 20 abgezweigt und damit ein Ventilkolben des Verstellventils 20 der Ventildfeder 25 entgegen beaufschlagt

[0050] Figur 5 zeigt in einem Längsschnitt ein in Bezug auf die Erzeugung des Ventilstelldrucks P_{20} modifiziertes Verstellventil 20. Der Ventilstelldruck P_{20} wird anders als bei dem Verstellventil der Figur 4 nicht mittels eines zusätzlichen Teilstroms, in den Figuren 3 und 4 der Teilstrom 17, sondern mittels des zu steuernden oder zu regelnden Durchflusses des Teilstroms 16 erzeugt. Von dieser Modifikation abgesehen gelten die zum Verstellventil 20 der Figuren 3 und 4 gemachten Ausführungen auch für das modifizierte Verstellventil 20 und die hierzu gemachten Ausführungen auch für das Verstellventil 20 der Figuren 3 und 4.

[0051] Das Verstellventil 20 weist ein Ventilgehäuse 21 und einen in dem Ventilgehäuse 21 längs einer zentralen Ventilachse S axial hin und her beweglichen Ventilkolben 22 auf. Von der Verstelleinrichtung sind eine Magnetspule 27 und ein aus Weicheisen gebildeter Anker 28 dargestellt. Angedeutet sind auch die elektrischen Anschlüsse der Magnetspule 27. Die Magnetspule 27 ist fest mit dem Ventilgehäuse 21 verbunden und umgibt den Anker 28. Der Anker 28 ist mit dem Ventilkolben 22 axial nicht beweglich verbunden, so dass der Ventilkolben 22 und der Anker 28 Axialbewegungen wie eine Einheit ausführen.

[0052] Der Ventilkolben 22 weist eine erste Wirkfläche 2.3 und eine zweite Wirkfläche 24 für den Ventilstelldruck P_{20} auf. Die Wirkflächen 2.3 und 24 begrenzen axial gemeinsam einen Fluidraum 26 und sind einander axial zugewandt. Die Wirkfläche 23, auf die der Ventilstelldruck P_{20} der Ventildfeder 25 entgegen wirkt, ist größer als die

Wirkfläche 24, wobei in Figur 5 die Verhältnisse übertrieben dargestellt sind. Tatsächlich ist der Größenunterschied nur geringfügig, allerdings so definiert, dass der Ventilstelldruck P_{20} auf den Ventilkolben 22 stets eine dem Größenunterschied der Wirkflächen 23 und 24 entsprechende Differenzkraft ausübt, die der Kraft der Ventildfeder 25 entgegenwirkt. Da der Ventilkolben 22 sehr genau auf den Größenunterschied der Wirkflächen 23 und 24 gefertigt werden kann, kann auch die Differenzkraft entsprechend klein und die Ventildfeder 25 vorteilhafterweise weicher als im Ausführungsbeispiel der Figur 4 sein. Entsprechend geringe Kräfte benötigt die Verstelleinrichtung 27, 28. Das Verstellventil 20 wird insgesamt feinfühligere, und es können die Schaltzeiten des Verstellventils 20 verkürzt werden.

[0053] Der Einlass I für das zu steuernde oder regelnde Fluid mündet in allen Schaltstellungen des Verstellventils 20 in den Fluidraum 26. In der dargestellten Schaltstellung, die der Schaltstellung des Verstellventils 4 in den Figuren 3 und 4 entspricht, mündet der Anschluss B in den Fluidraum 26, und der Ventilkolben 22 trennt den Fluidraum 26 und somit den Einlass I von dem anderen Anschluss A. Entsprechend wird das Fluid des Teilstroms 16 in den Druckraum 9 zurückgeführt, während der Druckraum 8 über den Anschluss A mit dem Reservoir 11 verbunden und somit drucklos geschaltet ist. In dieser Schaltstellung ist der Anschluss A über einen Raum des Ventilgehäuses 21, in dem die Ventildfeder 25 angeordnet ist, mit dem Auslass O und über diesen mit dem Reservoir 11 verbunden. Wechselt das Stellsignal sein Signallevel, im Ausführungsbeispiel vom unteren auf das obere Signallevel, wird die Magnetspule 27 bestrahlt und verschiebt den Anker 28 gegen die Kraft der Ventildfeder 25 in axialer Richtung zunächst in die mittlere Schaltstellung und bei entsprechend langer Einschaltzeit bis in die andere extreme Schaltstellung, die erste Schaltstellung. In der mittleren Schaltstellung trennt der Ventilkolben 22 beide Anschlüsse A und B von dem Fluidraum 26, in den nach wie vor der Einlass I mündet. In der ersten Schaltstellung nimmt der Ventilkolben 2.2 solch eine axiale Position ein, dass der Fluidraum 26 in axialer Überlappung sowohl mit dem Einlass I als auch mit dem Anschluss A ist, während der Ventilkolben 22 in der betreffenden axialen Position den Anschluss B von dem Fluidraum 26 fluidisch trennt. In der ersten Schaltstellung wird das Fluid des Teilstroms 16 durch den Fluidraum 26 und den Anschluss A in den Druckraum 8 geleitet, während der Druckraum 9 über den Anschluss B und einen Durchlass C des Ventilkolbens 22 mit dem Auslass O und schließlich mit dem Reservoir 11 verbunden ist.

[0054] Der Ventilkolben 22 ist hohl. Der Durchlass C ist in einem zylindrischen Mantelbereich des Ventilkolbens 22 geformt, der sich an die Wirkfläche 24 in Richtung auf den Anker 28 anschließt und mit dem umgebenden Mantel des Ventilgehäuses 21 einen engen Dichtspalt bildet, der die Verstelleinrichtung 27, 28 fluidisch von dem Fluidraum 26 trennt. An die Wirkflächen

23 schließt sich radial außen und von der Verstelleinrichtung 27, 28 weg ebenfalls ein zylindrischer Mantelbereich des Ventilkolbens 22 an, der mit dem Ventilgehäuse 21 einen weiteren engen Dichtspalt bildet, solange das Verstellventil 20 nicht die erste Schaltstellung einnimmt, in der der Ventilkolben 22 die axiale Position einnimmt, in der der Fluidraum 26 sich in einer axialen Überlappung mit dem Anschluss A befindet.

[0055] Die Verstelleinrichtung 27, 28 mit der zugeordneten Steuerungseinrichtung schaltet das Verstellventil 20 über den gesamten Betriebsbereich des Aggregats 14 und steuert oder regelt die axiale Position der Verstelleinheit 5-7 und infolgedessen das Fördervolumens der Verdrängerpumpe über den gesamten Volumenstrombereich, der für die angepasste Versorgung des Aggregats 14 erforderlich ist. Der fluidisch Ventilstell-
druck P_{20} und die Ventildfeder 25 dienen als Backup-Beaufschlagung für den Fall, dass die Verstelleinrichtung 27, 28 oder die zugeordnete Steuerungseinrichtung aufgrund eines Defekts ausfällt, beispielsweise wegen eines Kabelbruchs oder einer gelösten elektrischen Steckverbindung. Das Verstellventil 20 ist so ausgelegt, dass im Falle eines Ausfalls das Fördervolumen der Pumpe von Maximal in Richtung Minimal erst bei Erreichen eines Fluidversorgungsdrucks P_{14} verstellt wird, der größer ist als ein größter Fluidversorgungsdruck P_{14} , der sich bei ordnungsgemäßer Funktion des Verstellventils 20 einstellt. Hierfür ist die Ventildfeder 25 mit einer Vorspannkraft eingebaut, die größer ist als eine Kraft, die ein größter Ventilstell-
druck P_{20} , der sich bei ordnungsgemäßer Funktion einstellen kann, auf den Ventilkolben 22 ausübt.

Bezugszeichen:

[0056]

1	Pumpengehäuse
1a	Umschlingung
2	Einlass
3	Auslass
4	Förderglied
5	Förderglied
6	Stellkolben
7	Stellkolben
8	Druckraum
9	Druckraum
10	Pumpenfeder
11	Reservoir
12	Leitung
13	Kühl- und Reinigungseinrichtung
14	Aggregat
15	Leitung
16	Teilstrom
17	Teilstrom
18	Leitung
19	Leitung
20	Verstellventil

21	Ventilgehäuse
22	Ventilkolben
2.3	Wirkfläche
24	Wirkfläche
5 25	Ventildfeder
26	Fluidraum
27	Magnetspule
28	Anker
A	Anschluss
10 B	Anschluss
I	Einlass
O	Auslass
S	Ventilachse
t	Periodendauer
15 D	Drehzahl
L	Last
T	Temperatur
P_{14}	Fluidversorgungsdruck
V_{14}	Volumenstrom

Patentansprüche

1. Verstellventil für die Verstellung des Fördervolumens einer Verdrängerpumpe, das Verstellventil umfassend

- (a) ein Ventilgehäuse (21),
- (b) einen in dem Ventilgehäuse (21) beweglich gelagerten Ventilkolben (22) mit einer Wirkfläche (23) für einen Ventilstell-
druck (P_{20}) eines Fluids,
- (c) eine Ventildfeder (25), die einer von dem Ventilstell-
druck (P_{20}) auf den Ventilkolben (22) ausgeübten Kraft entgegen wirkt,
- (d) und eine Verstelleinrichtung (27, 28), mittels der der Ventilkolben (22) in Richtung der vom Ventilstell-
druck (P_{20}) ausgeübten Kraft verstellbar ist,
- (e) wobei die Ventildfeder (25) vorgespannt ist und auf den Ventilkolben (22) eine Federkraft ausübt, die größer ist als eine Kraft, die ein bei ordnungsgemäßer Funktion der Verstelleinrichtung (27, 28) größter Ventilstell-
druck (P_{20}) auf den Ventilkolben (22) ausübt,
- (f) wobei die Ventildfeder (25) mit einer Vorspannkraft eingebaut ist, die größer ist als die Kraft, die der größte Ventilstell-
druck (P_{20}), der sich bei ordnungsgemäßer Funktion einstellen kann, auf den Ventilkolben (22) ausübt.

2. Verstellventil nach dem vorhergehenden Anspruch und wenigstens einem der folgenden Merkmale:

- die Verstelleinrichtung (27, 28) ist elektrisch betätigbar;
- die Verstelleinrichtung (27, 28) ist als Magnet-
verstelleinrichtung gebildet;

- die Verstelleinrichtung (27, 28) wirkt der Kraft der Ventildfeder (25) entgegen.
3. Verstellventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:
 - das Verstellventil (20) ist ein Proportionalventil;
 - das Verstellventil (20) wird pulsmoduliert, vorzugsweise pulsweitenmoduliert, gesteuert oder geregelt;
 - das Verstellventil (20) wird stromgesteuert oder -geregelt;
 - das Verstellventil (20) wird spannungsgesteuert oder -geregelt;
 - das Verstellventil (20) weist wenigstens drei Anschlüsse (I, O, A, B), vorzugsweise vier Anschlüsse für das Fluid auf;
 - das Verstellventil (20) ist zwischen wenigstens zwei Schaltstellungen, vorzugsweise drei Schaltstellungen umschaltbar;
 - das Verstellventil (20) ist ein Wegeventil.
 4. Verstellventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend
 - eine Steuerungs- oder Regelungseinrichtung für die Steuerung oder Regelung eines von der Verdrängerpumpe zu erzeugenden Fluidversorgungsdrucks (P_{14}) oder zu fördernden Volumenstroms (V_{14})
 - und eine Sollwertvorgabe für die Vorgabe wenigstens eines Druck- oder Volumenstrom-Sollwerts, vorzugsweise eines in vorgegebener Weise variablen Sollwerts,
 - wobei die Steuerungs- oder Regelungseinrichtung die Verstelleinrichtung (27, 28) in Abhängigkeit von dem Sollwert steuert oder regelt.
 5. Verstellventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend
 - eine Regelungseinrichtung für die Regelung eines von der Verdrängerpumpe zu erzeugenden Fluidversorgungsdrucks (P_{14}),
 - eine Sollwertvorgabe für die Vorgabe eines Sollwerts für den Fluidversorgungsdruck (P_{14}), vorzugsweise eines in vorgegebener Weise variablen Sollwerts
 - und einen Sensor für die Ermittlung eines Istwerts des Fluidversorgungsdrucks (P_{14}),
 - wobei die Regelungseinrichtung den Istwert mit dem Sollwert vergleicht und in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs die Verstelleinrichtung (27, 28) steuert.
 6. Verstellventil nach einer Kombination der zwei vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine Kontrolleinrichtung, mittels der das Verstellventil (20) von der Steuerung des Fluidversorgungsdrucks (P_{14}) oder Volumenstroms (V_{14}) auf die Regelung des Fluidversorgungsdrucks (P_{14}) oder Volumenstroms (V_{14}) umstellbar ist.
 7. Verstellventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Ventilkolben (22) eine weitere Wirkfläche (24) für den Ventilstelldruck (P_{20}) aufweist und die Wirkflächen (23, 24) einander entgegenwirkend angeordnet und der Größe nach unterschiedlich sind, um dem Größenunterschied der Wirkflächen (23, 24) entsprechend eine auf den Ventilkolben (22) der Ventildfeder (25) entgegenwirkende Differenzkraft zu erzeugen.
 8. Verstellventil nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Wirkflächen (23, 24) einander in Richtung der Beweglichkeit des Ventilkolbens (22) zugewandt den gleichen Fluidraum (26) begrenzen.
 9. Verstellventil nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem der Ventilkolben (22) zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position hin und her beweglich ist, in der ersten Position des Ventilkolbens (22) ein Einlass (I) und ein Anschluss (A) für ein den Ventilstelldruck (P_{20}) erzeugendes Druckfluid in den Fluidraum (26) münden und der Ventilkolben (22) in der zweiten Position den Anschluss (A) von dem noch immer in den Fluidraum (26) mündenden Einlass (I) trennt.
 10. Verstellventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Ventilgehäuse (21) einen Einlass (I), einen ersten Anschluss (A) und einen zweiten Anschluss (B) für ein Druckfluid aufweist, der Ventilkolben (22) zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position hin und her beweglich ist und der Einlass (I) bei in der ersten Position befindlichem Ventilkolben (22) mit dem ersten Anschluss (A) verbunden und von dem zweiten Anschluss (B) getrennt und bei in der zweiten Position befindlichem Ventilkolben (22) mit dem zweiten Anschluss (B) verbunden und von dem ersten Anschluss (A) getrennt ist, um das Druckfluid wahlweise entweder über den ersten Anschluss (A) oder den zweiten Anschluss (B) zu der Pumpe zu leiten.
 11. Verdrängerpumpe mit verstellbarem Fördervolumen, umfassend:
 - (a) ein Pumpengehäuse (1),
 - (b) eine in dem Pumpengehäuse (1) gebildete Förderkammer mit einem Einlass (2) für ein Fluid auf einer Niederdruckseite und einem Auslass (3) für das Fluid auf einer Hochdruckseite der Pumpe,
 - (c) ein in der Förderkammer bewegliches Fördervolumen.

derglied (5) für die Förderung des Fluids (d) und ein für die Verstellung des Fördervolumens in einem von dem Förderglied (5) geförderten Strom des Fluids angeordnetes Verstellventil (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

12. Verdrängerpumpe nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei

- zu einer Stirnseite des Förderglieds (5) oder das Förderglied umgebend für die Verstellung des Fördervolumens in dem Pumpengehäuse (1) ein Stellglied (6, 7) bewegbar angeordnet ist,
- das Stellglied (6, 7) in Richtung seiner Bewegbarkeit mit einer von dem Bedarf eines mit dem Fluid zu versorgenden Aggregats (14) abhängigen Stellkraft beaufschlagbar ist,
- wobei das Stellglied (6, 7) und das Förderglied (5) Bestandteil einer in dem Pumpengehäuse (1) als Gesamtheit hin und her bewegbaren Verstelleinheit (5, 6, 7) sind oder eines aus Stellglied und Förderglied relativ zu dem anderen und dem Pumpengehäuse verstellbar ist.

13. Verdrängerpumpe nach dem vorhergehenden Anspruch und wenigstens einem der folgenden Merkmale:

- die Pumpe ist eine Rotationspumpe, und das Förderglied (5) ist ein in der Förderkammer um eine Drehachse (Rs) drehbar angeordneter Förderrotor;
- der Stellkraft entgegen wirkend ist eine Pumpenfeder (10) angeordnet.

14. Verdrängerpumpe nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, wobei das Stellglied (6, 7) mit dem Fluid der Hochdruckseite der Pumpe beaufschlagbar ist, um die Stellkraft zu erzeugen.

15. Verdrängerpumpe nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Stellglied (6, 7) einen doppelwirkenden Stellkolben mit einer ersten Kolbenfläche und einer von der ersten Kolbenfläche abgewandten zweiten Kolbenfläche bildet, die erste Kolbenfläche über einen ersten Anschluss (A) des Verstellventils (20) und die zweite Kolbenfläche über einen zweiten Anschluss (B) des Verstellventils (20) mit einem Druckfluid, vorzugsweise dem Fluid der Hochdruckseite der Pumpe, beaufschlagbar sind und der Ventilkolben (22) zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position hin und her bewegbar ist, wobei das Verstellventil (20) in der ersten Position des Ventilkolbens (22) das Druckfluid nur zu der ersten Kolbenfläche und in der zweiten Position nur zu der zweiten Kolbenfläche leitet.

16. Verdrängerpumpe nach einem der vier vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:

- das Stellglied (6, 7) ist gemeinsam mit dem Förderglied (5) oder relativ zu dem Förderglied (5) in Bezug auf die Drehachse (Rs) axial oder quer bewegbar;
- das Förderglied (5) ist mit einem weiteren Förderglied (4) der Verdrängerpumpe in einem Fördereingriff, um das Fluid zu fördern;
- die Pumpe ist eine Außenzahnrad- oder Innenzahnradpumpe;
- das Stellglied (6, 7) weist einen ersten Stellkolben (6) und einen zweiten Stellkolben (7) auf, und das Förderglied (5) ist axial zwischen den Stellkolben (6, 7) angeordnet und mit den Stellkolben (6, 7) als Verstelleinheit (5, 6, 7) im Fördereingriff relativ zu dem weiteren Förderglied (4) axial hin und her bewegbar;
- die Pumpe ist eine Flügelpumpe, Pendelschieberpumpe oder Innenzahnradpumpe, und das Stellglied ist ein das Förderglied umgebender, quer zu der Drehachse des Förderglieds bewegbarer Stellring.

17. Verdrängerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das von der Verdrängerpumpe geförderte Fluid auf der Hochdruckseite der Pumpe, vorzugsweise stromabwärts von einer Reinigungseinrichtung (13), abgezweigt und über das Regelventil (20) zurück zu der Pumpe geführt wird, um dort die Stellkraft zu erzeugen.

18. Verdrängerpumpe nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das zurückgeführte Fluid den Ventilstelldruck (P_{20}) erzeugt, vorzugsweise während des Durchströmens des Verstellventils (20).

19. Verdrängerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend

- eine Erfassungseinrichtung für die Erfassung wenigstens einer physikalischen Größe (T, D, L), die den Fluidbedarf eines von der Pumpe zu versorgenden Aggregats (14) kennzeichnet
- eine Sollwertvorgabe, die in Abhängigkeit von der wenigstens einen erfassten physikalischen Größe (T, D, L) einen Sollwert für einen von der Verdrängerpumpe zu fördernden Volumenstrom (V_{14}) oder zu erzeugenden Fluidversorgungsdruck (P_{14}) bildet,
- und eine Steuerungs- oder Regelungseinrichtung, die in Abhängigkeit von dem Sollwert die Verstelleinrichtung (27, 28) des Verstellventils (20) steuert oder regelt.

20. Verdrängerpumpe nach dem vorhergehenden An-

spruch, umfassend einen Sensor für die Ermittlung eines Istwerts des Volumenstroms (V_{14}) oder Fluidversorgungsdrucks (P_{14}), wobei die Regelungseinrichtung in Abhängigkeit von einem Vergleich des Sollwerts und des Istwerts eine Stellgröße für die Verstelleinrichtung (27, 28) des Verstellventils (20) bildet.

21. Verdrängerpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der folgenden Merkmale:

- die Pumpe wird als Schmierölpumpe in einem Fahrzeug für die Versorgung einer Brennkraftmaschine (14) mit Schmieröl oder eines Automatikgetriebes mit Hydraulikflüssigkeit verwendet,
- die Pumpe wird von der Brennkraftmaschine (14) angetrieben.

Claims

1. An adjusting valve for adjusting the delivery volume of a displacement pump, said adjusting valve comprising:
 - (a) a valve casing (21);
 - (b) a valve piston (22) which is mounted such that it can be moved within the valve casing (21), comprising an active surface (23) for a valve-actuating pressure (P_{20}) of a fluid;
 - (c) a valve spring (25) which counteracts a force exerted by the valve-actuating pressure (P_{20}) on the valve piston (22);
 - (d) and an adjusting device (27, 28), by means of which the valve piston (22) can be adjusted in the direction of the force exerted by the valve-actuating pressure (P_{20}),
 - (e) wherein the valve spring (25) is biased and exerts a spring force on the valve piston (22) which is greater than a force exerted on the valve piston (22) by a maximum valve-actuating pressure (P_{20}) when the adjusting device (27, 28) is functioning properly,
 - (f) wherein the valve spring (25) is installed with a biasing force which is greater than the force which is exerted on the valve piston (22) by the maximum valve-actuating pressure (P_{20}) which can be set during proper functioning.
2. The adjusting valve according to the preceding claim and at least one of the following features:
 - the adjusting device (27, 28) can be operated electrically;
 - the adjusting device (27, 28) is formed as a magnetic adjusting device;
3. The adjusting valve according to any one of the preceding claims and at least one of the following features:
 - the adjusting device (27, 28) counteracts the force of the valve spring (25).
 - the adjusting valve (20) is a proportional valve;
 - the adjusting valve (20) is controlled or regulated by modulated pulses, preferably by width-modulated pulses;
 - the adjusting valve (20) is current-controlled or current-regulated;
 - the adjusting valve (20) is voltage-controlled or voltage-regulated;
 - the adjusting valve (20) comprises at least three ports (I, O, A, B), preferably four ports, for the fluid;
 - the adjusting valve (20) can be switched between at least two switching positions, preferably three switching positions;
 - the adjusting valve (20) is a port valve.
4. The adjusting valve according to any one of the preceding claims, comprising:
 - a control device or regulating device for controlling or regulating a fluid supply pressure (P_{14}) to be generated or a volume flow (V_{14}) to be delivered by the displacement pump;
 - and a nominal value preset for predetermining at least one pressure nominal value or volume flow nominal value, preferably a nominal value which is variable in a predetermined way;
 - wherein the control device or regulating device controls or regulates the adjusting device (27, 28) in accordance with the nominal value.
5. The adjusting valve according to any one of the preceding claims, comprising:
 - a regulating device for regulating a fluid supply pressure (P_{14}) to be generated by the displacement pump;
 - a nominal value preset for predetermining a nominal value for the fluid supply pressure (P_{14}), preferably a nominal value which is variable in a predetermined way;
 - and a sensor for ascertaining an actual value of the fluid supply pressure (P_{14}),
 - wherein the regulating device compares the actual value with the nominal value and controls the adjusting device (27, 28) in accordance with the result of the comparison.
6. The adjusting valve according to a combination of the preceding two claims, comprising a checking device, by means of which the adjusting valve (20) can

be changed from controlling the fluid supply pressure (P_{14}) or volume flow (V_{14}) to regulating the fluid supply pressure (P_{14}) or volume flow (V_{14}).

7. The adjusting valve according to any one of the preceding claims, wherein the valve piston (22) comprises another active surface (24) for the valve-actuating pressure (P_{20}), and the active surfaces (23, 24) are arranged to counteract each other and are of different sizes in order to generate a differential force which acts on the valve piston (22) counter to the valve spring (25) and corresponds to the difference in the size of the active surfaces (23, 24). 5
8. The adjusting valve according to the preceding claim, wherein the active surfaces (23, 24) limit the same fluid space (26) and face each other in the direction of the mobility of the valve piston (22). 10
9. The adjusting valve according to the preceding claim, wherein: the valve piston (22) can be moved back and forth between a first position and a second position; in the first position of the valve piston (22), an inlet (I) and a port (A) for a pressure fluid which generates the valve-actuating pressure (P_{20}) feed into the fluid space (26); and in the second position, the valve piston (22) separates the port (A) from the inlet (I) which still feeds into the fluid space (26). 15
10. The adjusting valve according to any one of the preceding claims, wherein: the valve casing (21) comprises an inlet (I), a first port (A) and a second port (B) for a pressure fluid; the valve piston (22) can be moved back and forth between a first position and a second position; and when the valve piston (22) is situated in the first position, the inlet (I) is connected to the first port (A) and separated from the second port (B), and when the valve piston (22) is situated in the second position, the inlet (I) is connected to the second port (B) and separated from the first port (A), in order to selectively channel the pressure fluid to the pump either via the first port (A) or via the second port (B). 20
11. A displacement pump exhibiting an adjustable delivery volume, and comprising: 25
 - (a) a pump casing (1);
 - (b) a delivery chamber which is formed in the pump casing (1) and comprises an inlet (2) for a fluid on a low-pressure side of the pump and an outlet (3) for the fluid on a high-pressure side of the pump;
 - (c) a delivery member (5), which can be moved within the delivery chamber, for delivering the fluid;
 - (d) and an adjusting valve (20) according to any one of the preceding claims for adjusting the de-

livery volume, arranged in a flow of the fluid delivered by the delivery member (5).

12. The displacement pump according to the preceding claim, wherein:
 - an actuating member (6, 7) is movably arranged facing a front face of the delivery member (5) or surrounding the delivery member, for adjusting the delivery volume in the pump casing (1);
 - the actuating member (6, 7) can be charged in the direction of its mobility with an actuating force which is dependent on the requirement of an assembly (14) to be supplied with the fluid;
 - wherein the actuating member (6, 7) and the delivery member (5) are part of an adjusting unit (5, 6, 7) which can be moved back and forth within the pump casing (1) as a complete unit, or one of the actuating member and the delivery member can be adjusted relative to the other and relative to the pump casing.
13. The displacement pump according to the preceding claim and at least one of the following features:
 - the pump is a rotational pump, and the delivery member (5) is a delivery rotor arranged in the delivery chamber such that it can rotate about a rotational axis (R_s);
 - a pump spring (10) is arranged to counteract the actuating force.
14. The displacement pump according to any one of the preceding two claims, wherein the actuating member (6, 7) can be charged with the fluid of the high-pressure side of the pump, in order to generate the actuating force. 35
15. The displacement pump according to the preceding claim, wherein: the actuating member (6, 7) forms a double-action actuating piston comprising a first piston surface and a second piston surface which faces away from the first piston surface; the first piston surface can be charged with a pressure fluid, preferably the fluid of the high-pressure side of the pump, via a first port (A) of the adjusting valve (20), and the second piston surface can be charged with a pressure fluid, preferably the fluid of the high-pressure side of the pump, via a second port (B) of the adjusting valve (20); and the valve piston (22) can be moved back and forth between a first position and a second position, wherein in the first position of the valve piston (22), the adjusting valve (20) only channels the pressure fluid to the first piston surface, and in the second position of the valve piston (22), the adjusting valve (20) only channels the pressure fluid to the second piston surface. 40

16. The displacement pump according to any one of the preceding four claims and at least one of the following features:

- the actuating member (6, 7) can be moved together with the delivery member (5) or relative to the delivery member (5), axially or transversely in relation to the rotational axis (R_5);
- the delivery member (5) is in a delivery engagement with another delivery member (4) of the displacement pump, in order to deliver the fluid;
- the pump is an external gear pump or an internal gear pump;
- the actuating member (6, 7) comprises a first actuating piston (6) and a second actuating piston (7), and the delivery member (5) is axially arranged between the actuating pistons (6, 7) can be axially moved back and forth together with the actuating pistons (6, 7) as an adjusting unit (5, 6, 7) in the delivery engagement, relative to the other delivery member (4);
- the pump is a vane pump, a pendulum slider pump or an internal gear pump, and the actuating member is an actuating ring which surrounds the delivery member and can be moved transverse to the rotational axis of the delivery member.

17. The displacement pump according to any one of the preceding claims, wherein the fluid delivered by the displacement pump is branched off on the high-pressure side of the pump, preferably downstream of a cleaning device (13), and fed back to the pump via the adjusting valve (20), in order to generate the actuating force there.

18. The displacement pump according to the preceding claim, wherein the fluid being fed back generates the valve-actuating pressure (P_{20}), preferably while flowing through the adjusting valve (20).

19. The displacement pump according to any one of the preceding claims, comprising:

- a detection device for detecting at least one physical variable (T , D , L) which characterises the fluid requirement of an assembly (14) to be supplied by the pump;
- a nominal value preset which forms a nominal value for a volume flow (V_{14}) to be delivered or fluid supply pressure (P_{14}) to be generated by the displacement pump, in accordance with the at least one detected physical variable (T , D , L);
- and a control device or regulating device which controls or regulates the adjusting device (27, 28) of the adjusting valve (20) in accordance with the nominal value.

20. The displacement pump according to the preceding claim, comprising: a sensor for ascertaining an actual value of the volume flow (V_{14}) or fluid supply pressure (P_{14}), wherein the regulating device forms an actuating variable for the adjusting device (27, 28) of the adjusting valve (20) in accordance with a comparison between the nominal value and the actual value.

21. The displacement pump according to any one of the preceding claims and at least one of the following features:

- the pump is used as a lubricating oil pump in a vehicle for supplying an internal combustion engine (14) with lubricating oil or supplying an automatic transmission with hydraulic fluid;
- the pump is driven by the internal combustion engine (14).

Revendications

1. Soupape de réglage pour le réglage du volume de refoulement d'une pompe volumétrique, la soupape de réglage comportant :

- (a) un boîtier de soupape (21),
- (b) un piston de soupape (22) monté de manière mobile dans le boîtier de soupape (21), ayant une surface active (23) pour une pression de réglage de soupape (P_{20}) d'un fluide,
- (c) un ressort de soupape (25) qui contrecarre une force exercée par la pression de réglage de soupape (P_{20}) sur le piston de soupape (22),
- (d) et un dispositif de réglage (27, 28) au moyen duquel le piston de soupape (22) peut être réglé dans la direction de la force exercée par la pression de réglage de soupape (P_{20}),
- (e) dans laquelle le ressort de soupape (25) est préchargé et exerce une force élastique sur le piston de soupape (22) qui est plus grande qu'une force exercée sur le piston de soupape (22) par une pression de réglage de soupape (P_{20}) maximale lorsque le dispositif de réglage (27, 28) fonctionne correctement,
- (f) dans laquelle le ressort de soupape (25) est monté avec une force de précharge qui est plus grande que la force que la pression de réglage de soupape (P_{20}), qui peut être réglée lorsque le fonctionnement est correct, exerce sur le piston de soupape (22).

2. Soupape de réglage selon la revendication précédente et présentant au moins une des caractéristiques suivantes :

- le dispositif de réglage (27, 28) peut être ac-

- tionné électriquement,
 - le dispositif de réglage (27, 28) est formé comme un dispositif de réglage magnétique,
 - le dispositif de réglage (27, 28) contrecarre la force du ressort de soupape (25).
3. Soupape de réglage selon l'une des revendications précédentes et présentant au moins une des caractéristiques suivantes :
- la soupape de réglage (20) est une soupape proportionnelle,
 - la soupape de réglage (20) est modulée en impulsions, de préférence modulée en largeur d'impulsion, commandée ou régulée,
 - la soupape de réglage (20) est commandée ou régulée par un courant,
 - la soupape de réglage (20) est commandée ou régulée par une tension,
 - la soupape de réglage (20) comporte au moins trois orifices (I, O, A, B), de préférence quatre orifices pour le fluide,
 - la soupape de réglage (20) peut être commutée entre au moins deux positions de commutation, de préférence trois positions de commutation,
 - la soupape de réglage (20) est un distributeur,
4. Soupape de réglage selon l'une des revendications précédentes, comportant :
- un dispositif de commande ou de régulation pour la commande ou la régulation d'une pression d'alimentation en fluide (P_{14}) à générer par la pompe volumétrique ou d'un débit volumique (V_{14}) à refouler par la pompe volumétrique,
 - et une valeur de consigne par défaut pour prédéterminer au moins une valeur de consigne pour la pression ou le débit volumique, de préférence une valeur de consigne variable de manière prédéfinie,
 - dans laquelle le dispositif de commande ou de régulation commande ou régule le dispositif de réglage (27, 28) en fonction de la valeur de consigne.
5. Soupape de réglage selon l'une des revendications précédentes, comportant :
- un dispositif de régulation pour la régulation d'une pression d'alimentation en fluide (P_{14}) à générer par la pompe volumétrique,
 - une valeur de consigne par défaut pour prédéterminer une valeur de consigne pour la pression d'alimentation en fluide (P_{14}), de préférence une valeur de consigne variable de manière prédéfinie,
 - et un capteur pour la détermination d'une valeur réelle de la pression d'alimentation en fluide
- (P_{14}),
 - dans laquelle le dispositif de régulation compare la valeur réelle à la valeur de consigne et commande le dispositif de réglage (27, 28) en fonction du résultat de la comparaison.
6. Soupape de réglage selon une combinaison des deux revendications précédentes, comportant un dispositif de contrôle au moyen duquel la soupape de réglage (20) peut être basculée de la commande de la pression d'alimentation en fluide (P_{14}) ou du débit volumique (V_{14}) vers la régulation de la pression d'alimentation en fluide (P_{14}) ou du débit volumique (V_{14}).
7. Soupape de réglage selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le piston de soupape (22) comporte une surface active supplémentaire (24) pour la pression de réglage de soupape (P_{20}), et les surfaces actives (23, 24) sont agencées de manière à se contrecarrer l'une et l'autre et sont de taille différente afin de produire une force différentielle qui agit sur le piston de soupape (22) à l'encontre du ressort de soupape (25) et qui correspond à la différence de taille des surfaces actives (23, 24).
8. Soupape de réglage selon la revendication précédente, dans laquelle les surfaces actives (23, 24) limitent le même espace de fluide (26) et sont dirigées l'une vers l'autre dans la direction de la mobilité du piston de soupape (22).
9. Soupape de réglage selon la revendication précédente, dans laquelle le piston de soupape (22) est mobile en va-et-vient entre une première position et une seconde position, et dans la première position du piston de soupape (22), une entrée (I) et un orifice (A) pour un fluide sous pression produisant une pression de réglage de soupape (P_{20}) débouchent dans l'espace de fluide (26), et le piston de soupape (22) sépare, dans la seconde position, l'orifice (A) de l'entrée (I) débouchant encore dans l'espace de fluide (26).
10. Soupape de réglage selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le boîtier de soupape (21) comporte une entrée (I), un premier orifice (A) et un second orifice (B) pour un fluide sous pression, le piston de soupape (22) est mobile en va-et-vient entre une première position et une seconde position, et l'entrée (I) est reliée au premier orifice (A) lorsque le piston de soupape (22) est dans la première position et est séparée du second orifice (B), et est reliée au second orifice (B) lorsque le piston de soupape (22) est dans la seconde position et est séparée du premier orifice (A), afin de guider sélectivement le fluide sous pression jusqu'à la pompe soit par le premier orifice (A) soit par le second orifice (B).

11. Pompe volumétrique ayant un volume de refoulement réglable, comportant :

(a) un carter de pompe (1),
 (b) une chambre de refoulement formée dans le carter de pompe (1) avec une entrée (2) pour un fluide sur un côté basse pression et une sortie (3) pour le fluide sur un côté haute pression de la pompe,
 (c) un organe de refoulement (5) mobile dans la chambre de refoulement pour le refoulement du fluide,
 (d) et une soupape de réglage (20) selon l'une des revendications précédentes, agencée dans un écoulement du fluide refoulé par l'organe de refoulement (5) pour régler le volume de refoulement.

12. Pompe volumétrique selon la revendication précédente, dans laquelle :

- un organe de réglage (6, 7) est agencé de manière mobile en faisant face à un côté avant de l'organe de refoulement (5) ou en entourant l'organe de refoulement pour régler le volume de refoulement dans le carter de pompe (1),
 - l'organe de réglage (6, 7) peut être soumis, dans la direction de sa mobilité, à une force de réglage qui dépend de la demande d'un ensemble (14) à alimenter en fluide,
 - dans laquelle l'organe de réglage (6, 7) et l'organe de refoulement (5) font partie d'une unité de réglage (5, 6, 7) mobile d'un seul tenant en va-et-vient dans le carter de pompe (1), ou un organe parmi l'organe de réglage et l'organe de refoulement est réglable par rapport à l'autre et au carter de pompe.

13. Pompe volumétrique selon la revendication précédente et présentant au moins une des caractéristiques suivantes :

- la pompe est une pompe rotative, et l'organe de refoulement (5) est un rotor de refoulement agencé de façon à pouvoir tourner dans la chambre de refoulement autour d'un axe de rotation (R_5),
 - un ressort de pompe (10) est agencé de manière à contrecarrer la force de réglage.

14. Pompe volumétrique selon l'une des deux revendications précédentes, dans laquelle l'organe de réglage (6, 7) peut être soumis au fluide du côté haute pression de la pompe afin de produire la force de réglage.

15. Pompe volumétrique selon la revendication précédente, dans laquelle l'organe de réglage (6, 7) forme

un piston de réglage à double effet avec une première surface de piston et une seconde surface de piston opposée à la première surface de piston, la première surface de piston peut être soumise à un fluide sous pression, de préférence le fluide du côté haute pression de la pompe, via un premier orifice (A) de la soupape de réglage (20), et la seconde surface de piston peut être soumise à un fluide sous pression, de préférence le fluide du côté haute pression de la pompe, via le second orifice (B) de la soupape de réglage (20), et le piston de soupape (22) est mobile en va-et-vient entre une première position et une seconde position, dans laquelle la soupape de réglage (20) conduit le fluide sous pression, dans la première position du piston de soupape (22), uniquement jusqu'à la première surface de piston et, dans la seconde position, uniquement jusqu'à la seconde surface de piston.

16. Pompe volumétrique selon l'une des quatre revendications précédentes et présentant au moins une des caractéristiques suivantes :

- l'organe de réglage (6, 7) est mobile axialement ou transversalement par rapport à l'axe de rotation (R_5) conjointement avec l'organe de refoulement (5) ou rapport à l'organe de refoulement (5),
 - l'organe de refoulement (5) est en prise de refoulement avec un organe de refoulement supplémentaire (4) de la pompe volumétrique afin de guider le fluide,
 - la pompe est une pompe à engrenage extérieur ou à engrenage intérieur,
 - l'organe de réglage (6, 7) comporte un premier piston de réglage (6) et un second piston de réglage (7), et l'organe de refoulement (5) est agencé axialement entre les pistons de réglage (6, 7) et est axialement mobile en va-et-vient avec les pistons de réglage (6, 7) comme une unité de réglage (5, 6, 7) en prise de refoulement par rapport à l'organe de refoulement supplémentaire (4),
 - la pompe est une pompe à ailettes, une pompe à palettes pendulaires ou une pompe à engrenage intérieur, et l'organe de réglage est une bague de réglage mobile transversalement à l'axe de rotation de l'organe de refoulement et entourant l'organe de refoulement.

17. Pompe volumétrique selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le fluide refoulé par la pompe volumétrique est dévié du côté haute pression de la pompe, de préférence en aval d'un dispositif de nettoyage (13), et peut être redirigé vers la pompe par l'intermédiaire de la soupape de régulation (20) afin d'y produire la force de réglage.

18. Pompe volumétrique selon la revendication précédente, dans laquelle le fluide redirigé produit la pression de réglage de soupape (P_{20}), de préférence pendant la traversée de la soupape de réglage (20). 5
19. Pompe volumétrique selon l'une des revendications précédentes, comportant :
- un dispositif de détection pour détecter au moins une grandeur physique (T, D, L) qui caractérise la demande de fluide d'un ensemble (14) à alimenter par la pompe, 10
 - une valeur de consigne préétablie qui forme une valeur de consigne pour un débit volumique (V_{14}) à refouler par la pompe volumétrique ou une pression d'alimentation en fluide (P_{14}) à produire par la pompe volumétrique, en fonction de la au moins une grandeur physique (T, D, L) détectée, 15
 - et un dispositif de commande ou de régulation qui commande ou régule le dispositif de réglage (27, 28) de la soupape réglage (20) en fonction de la valeur de consigne. 20
20. Pompe volumétrique selon la revendication précédente, comportant un capteur pour déterminer une valeur réelle du débit volumique (V_{14}) ou de la pression d'alimentation en fluide (P_{14}), dans laquelle le dispositif de régulation forme une grandeur de réglage pour le dispositif de réglage (27, 28) de la soupape de réglage (20) en fonction d'une comparaison de la valeur de signe et de la valeur réelle. 25 30
21. Pompe volumétrique selon l'une des revendications précédentes et présentant au moins une des caractéristiques suivantes : 35
- la pompe est utilisée comme une pompe à huile lubrifiante dans un véhicule pour fournir de l'huile lubrifiante à un moteur à combustion interne (14) ou du liquide hydraulique à une transmission automatique, 40
 - la pompe est entraînée par le moteur à combustion interne (14). 45

50

55

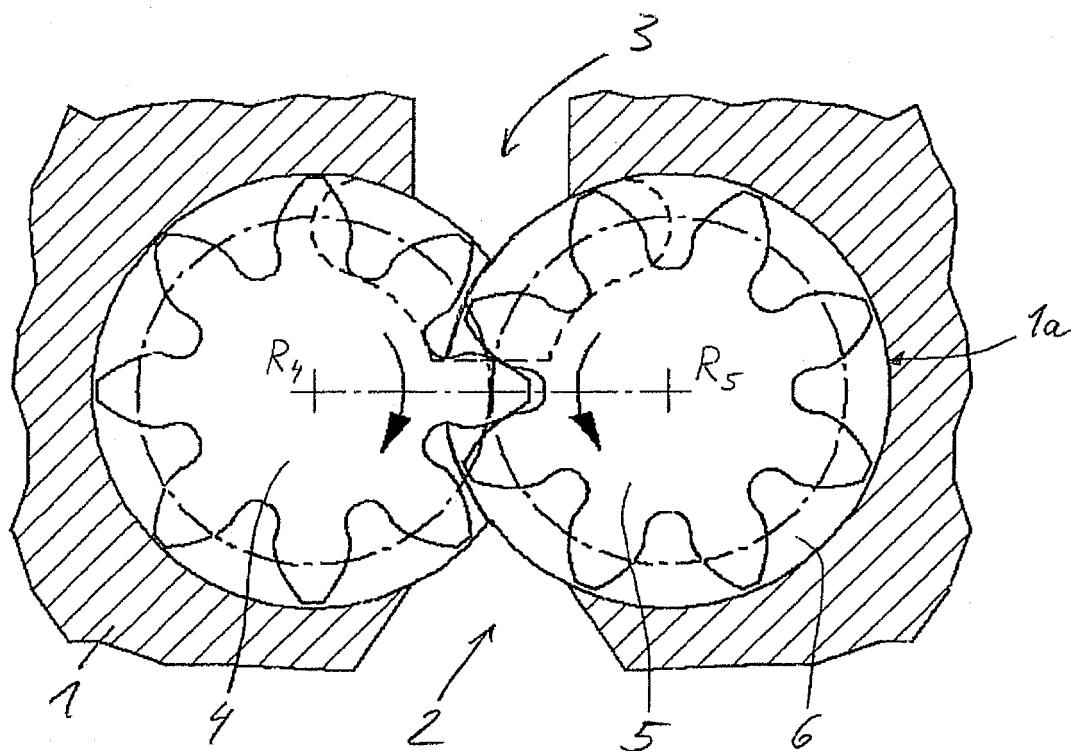


Fig. 1

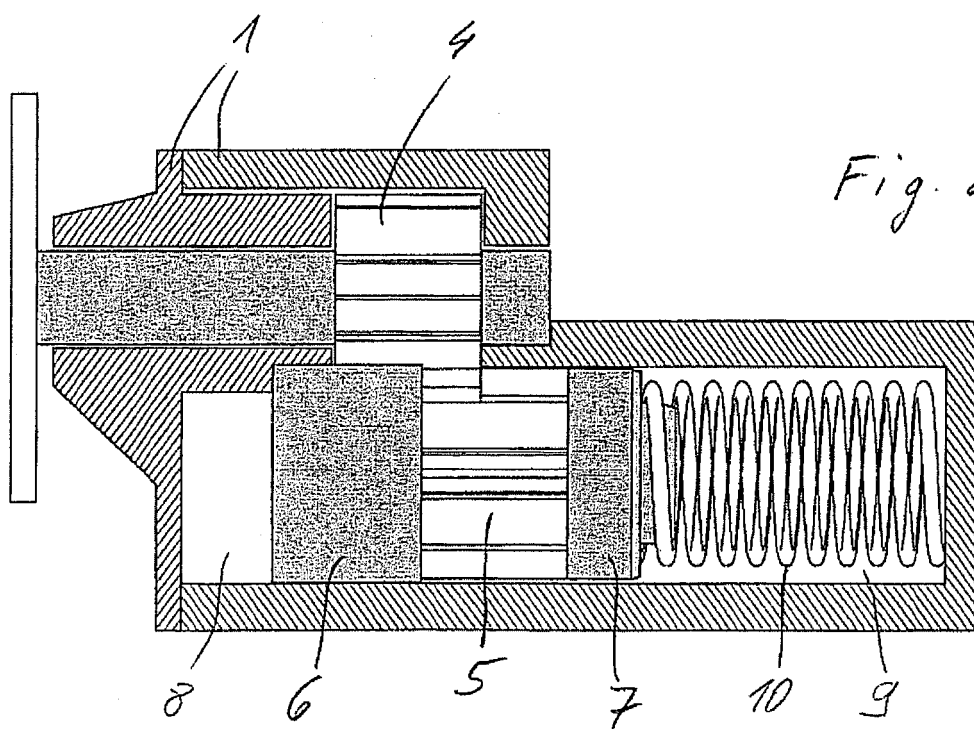


Fig. 2

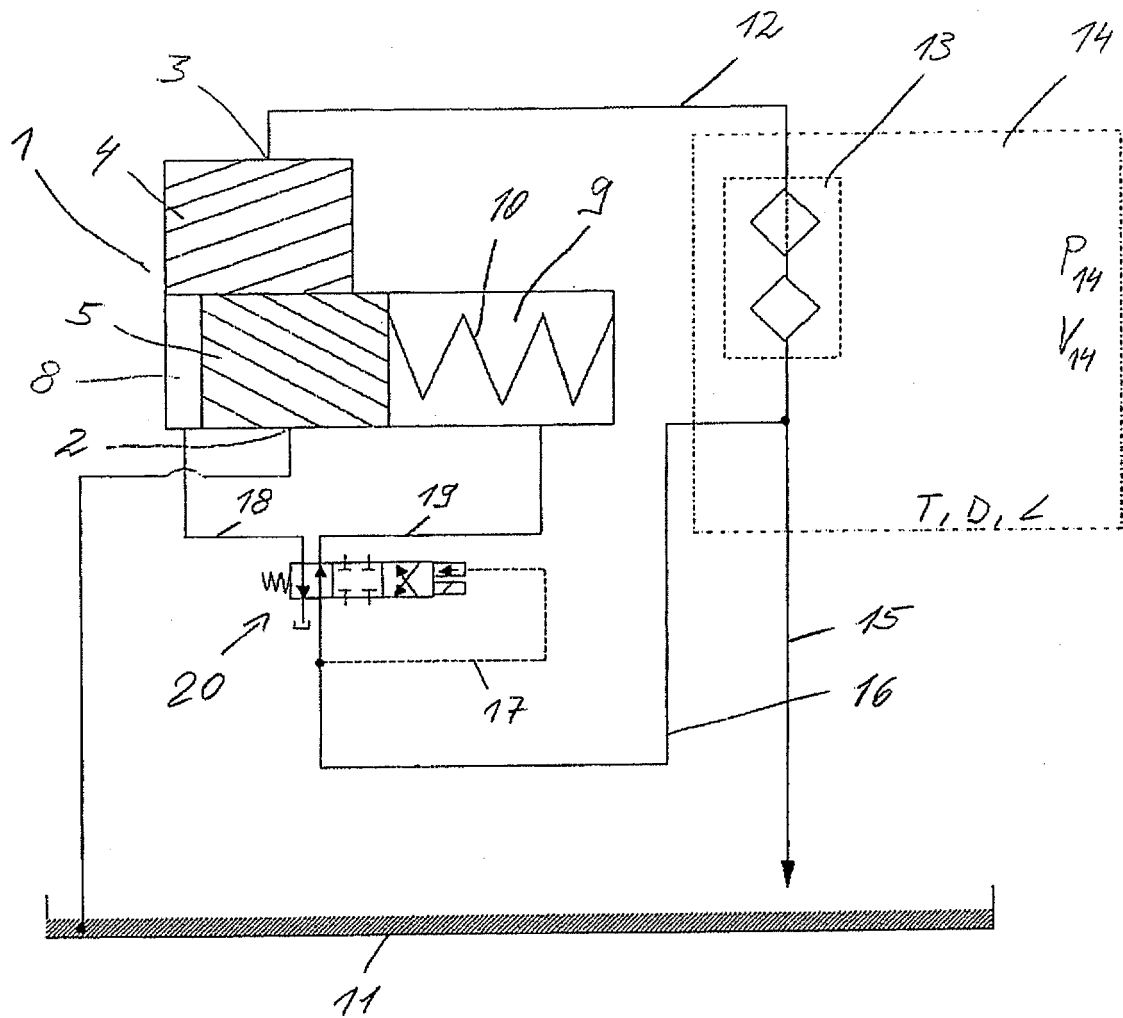
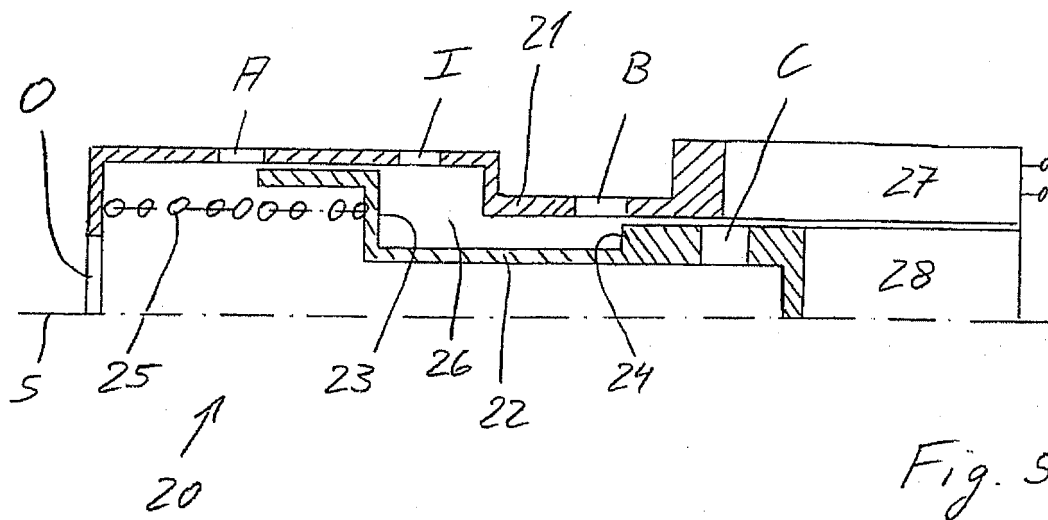
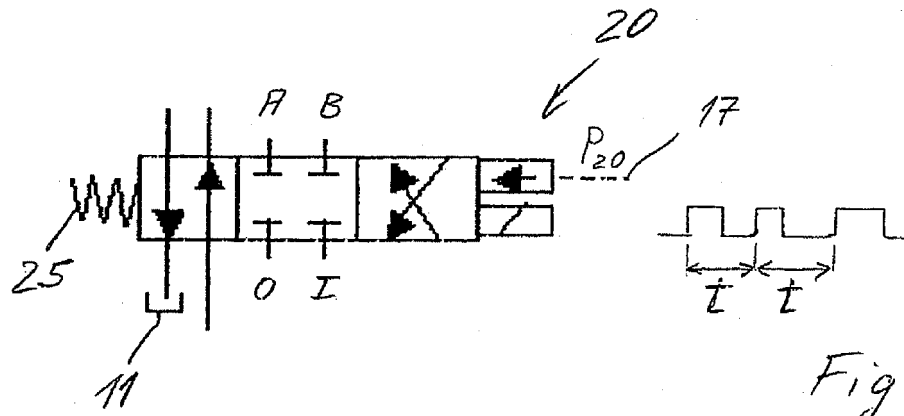


Fig. 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5876185 A [0002]
- US 6126420 A [0003]
- US 6244839 B1 [0004] [0006] [0010]
- WO 03058071 A1 [0005]
- DE 10324092 A1 [0006]
- EP 1555436 A2 [0006]
- DE 102005029086 A1 [0006]
- DE 3109045 A1 [0006]
- JP 57131890 A [0006]
- US 7726948 B2 [0006]
- FR 2326600 A [0006]
- US 6283735 B1 [0010]
- US 6126420 B [0010]
- US 6935851 B2 [0012]