



(11)

**EP 3 045 723 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.07.2016 Patentblatt 2016/29**

(51) Int Cl.:

**F04B 1/29 (2006.01)**

**F04B 1/32 (2006.01)**

**F04B 49/00 (2006.01)**

**F04B 49/08 (2006.01)**

**F03C 1/40 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15151407.2**

(22) Anmeldetag: **16.01.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder: **Jemüller, Georg  
81673 München (DE)**

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte  
PartG mbB  
Leopoldstraße 4  
80802 München (DE)**

Bemerkungen:

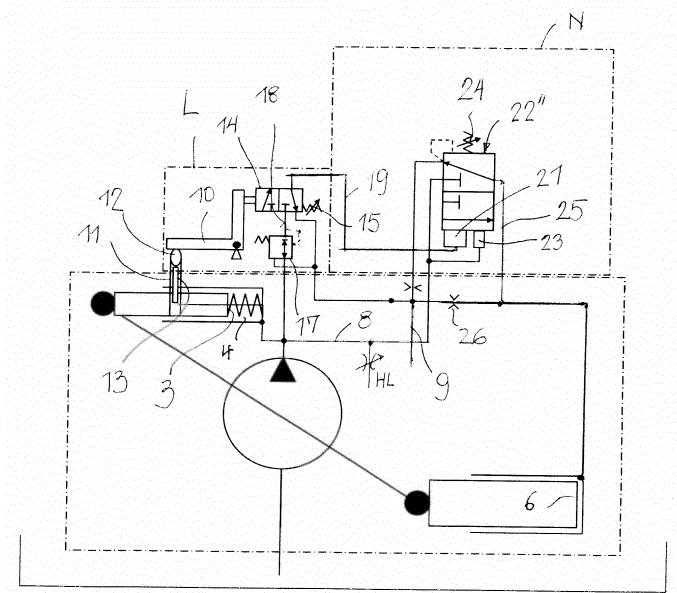
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)  
EPÜ.

**(54) Axialkolbenpumpe**

(57) In einer Axialkolbenpumpe (1) mit unterschiedlichen Stellkolbenflächen (3, 6), einem N-Regler mit einer vom Förderdruck gegen eine erste Federkraft (24) druckvorgesteuerten Mehrwege-Mehrstellungs-Hauptstufe (22, 22', 22''), und einem L-Regler mit über einen Winkelhebel (10) gegen eine zweite Federkraft (15) verstellbaren Mehr-Wegeventil (14), wobei am Winkelhebel (10) ein relativ zu diesem bewegbares Widerlager (11) und ein mit dem Förderdruck beaufschlagter Tastkolben (13)

angreifen, und die Förderseite der Axialkolbenpumpe (1) über eine Hauptleitung (8) mit der Druckvorsteuerung (23) und einem Eingang der Hauptstufe (22, 22', 22'') sowie dem Tastkolben (13) verbunden ist, ist dann die Hauptleitung (8) ein Druckminderventil (17) angeschlossen, mit dem für das Mehr-Wegeventil (14) ein geminderter Steuerdruck einstellbar ist, aus dem das Mehr-Wegeventil (14) zusätzlichen Regelvorsteuerdruck für die Hauptstufe (22, 22', 22'') erzeugt.

FIG 4



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenpumpe, der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art.

**[0002]** Bei der aus der Druckschrift D 7960 E-V 30E mit einem Druckdatum 07-2013, der Firma HAWE Hydraulik SE, Postfach 80 08 04, 81608 München, Seite 9, unten bekannten Axialkolbenpumpe, entweder mit dem Regler mit dem Kennzeichen LP oder dem Regler mit dem Kennzeichen LLSP (mit einem load-sensing oder Lastdrucksignal-Anschluss) bekannten Axialkolbenpumpe ist das MehrWegeventil im L-Regler ein federbeaufschlagtes Druckbegrenzungsventil, das zwischen der Hauptleitung und der Tankleitung angeordnet ist und durch den Winkelhebel mechanisch gegen die Federkraft verstellt wird. Die Hauptstufe wird ausschließlich mit einer Druckvorsteuerung aus der Hauptleitung betrieben und ist beispielsweise als 3/3-Wege-Schieberventil ausgebildet. Zur elektrischen Leistungsverstellung kann dem N-Regler ein Proportional-Druckbegrenzungsventil zugeordnet sein. Da die Axialkolbenpumpe wie üblich mit maximalen Fördervolumen anläuft, entstehen unvermeidbar Betriebssituationen, bei denen ein Teil des geförderten Druckmittels über das noch nicht oder nur wenig vom Winkelhebel betätigtes Druckbegrenzungsventil zur Tankleitung abströmt. Dies bedeutet erhebliches Verlustvolumen, und wegen starker Drosselverluste eine unerwünschte Erwärmung und hohe mechanische Belastung des Hydraulikmediums, und von Dichtungen im Hydraulikkreis. Außerdem verschlechtert Verlustvolumen den Gesamtwirkungsgrad. Da das Druckbegrenzungsventil auch mit dem maximalen Fördervolumen und dem maximalen Druck zureckkommen muss, ist es baulich aufwendig und teuer.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axialkolbenpumpe der eingangs genannten Art anzugeben, mit der unerwünschte Volumenverluste weitestgehend vermieden, die mechanische Belastung des Hydraulikmediums verringert, und der Wirkungsgrad gesteigert werden.

**[0004]** Die gestellte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

**[0005]** Selbst wenn die Axialkolbenpumpe mit maximalem Fördervolumen anläuft, wird das Mehr-Wegeventil vom Winkelhebel unmittelbar in eine Schaltstellung gebracht, in der aus dem geminderten Druck des Druckminderventils die Hauptstufe so verstellt wird, dass die andere Stellkolbenfläche die Axialkolbenpumpe umgehend in Richtung zur Nullförderung stellt, sofern keine Last zu bewegen ist, bzw. im Falle einer zu bewegenden Last die Axialkolbenpumpe so rasch zurückstellt, dass keine nennenswerten Volumenverluste auftreten. Ferner bietet das Druckminderventil den Vorteil, mit einem relativ geringen konstanten geminderten Druck von beispielsweise nur 30 bar das Mehr-Wegeventil zu beaufschlagen, das somit kleinbauend und kostengünstig ist. Der Regelvorsteuerdruck verstellt mit der Druckvorsteuerung aus der Hauptleitung die Hauptstufe, z.B. um Hydraulikmedium mit geringer Drosselung zur anderen Stellkolbenfläche zu führen. Dank des Druckminderventils ergibt sich ein exakt vorher bestimmbarer, feinfühliges Regelverhalten des Reglers, wobei in einem Hauptteil der Hydraulikschaltung nur geringe Steuermengen des Hydraulikmediums bei geringen Drücken zu bewegen sind. Wesentliche Vorteile des Reglers sind neben dem exakt vorherbestimmbarer Regelverhalten ein verbesseter Wirkungsgrad und eine geringe mechanische Belastung des Hydraulikmediums.

**[0006]** Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform ist eine Tankleitung zumindest an das MehrWege-ventil und die Hauptstufe angeschlossen, um diese bei Bedarf entlasten zu können. Die eine Stellkolbenfläche wird aus der Hauptleitung mit dem Förderdruck beaufschlagt, beispielsweise um die Axialkolbenpumpe in Richtung zum maximalen Fördervolumen zu verstellen, ggf. kombiniert mit einer Feder. Hingegen ist die andere Stellkolbenfläche über die Hauptstufe druckbeaufschlagbar oder druckentlastbar, wobei die Druckbeaufschlagung der anderen Stellkolbenfläche beispielsweise die Axialkolbenpumpe in Richtung zur Nullförderung oder Minimalförderung verstellt.

**[0007]** Zweckmäßig weist die Hauptstufe parallel zur Druckvorsteuerung aus der Hauptleitung eine mit dem Regelvorsteuerdruck beaufschlagbare Regel-Druckvorsteuerung auf. Der Regelvorsteuerdruck wird vom Mehr-Wegeventil abhängig von der mechanischen Betätigung durch den Winkelhebel aus dem geminderten Druck erzeugt, der beispielsweise bei einem maximalen Förderdruck zwischen beispielsweise 250 und 350 bar nur ca. 30 bar zu betragen braucht.

**[0008]** Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform ist die Hauptstufe ein 3/2-Wegeventil oder ein 4/2-Wegeventil oder ein 3/3-Wegeventil, vorzugsweise in Schieberbauweise, wobei das 3/3 - Wegeventil eine abgesperrte Mittelstellung aufweisen kann, und ist das Mehr-Wegeventil ein 3/2-Wegeventil entweder in Schieber- oder in Sitzventilbauweise. Hierbei ist, vorzugsweise, die Hauptstufe von der ersten Federkraft zu einer Schaltstellung beaufschlagbar, in der die andere Stellkolbenfläche zur Tankleitung entlastet ist, hingegen das MehrWege-ventil von der zweiten Federkraft zu einer Schaltstellung beaufschlagbar, in die Regel-Druckvorsteuerung der Hauptstufe mit der Tankleitung verbunden ist.

**[0009]** Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform ist die andere Stellkolbenfläche die größere der beiden, und ist diese so angeordnet, dass von ihr die Axialkolbenpumpe in Richtung zur Nullförderung oder Minimalförderung verstellt wird.

**[0010]** Im Hinblick darauf, dass der Förderdruck in der Hauptleitung wesentlich höher ist als der geminderte Druck oder der Regel-Vorsteuerdruck, ist es wichtig, dass in der Hauptstufe die Drucksteuerung für den Förderdruck eine erheblich kleinere erste Beaufschlagungsfläche aufweist als eine zweite, deutlich größere Beaufschlagungsfläche der Regel-Druckvorsteuerung.

**[0011]** Konkret kann die erste Beaufschlagungsfläche, auf der der Förderdruck aus der Hauptleitung wirkt, an einem mit einem Ventilelement verbundenen Stift angeordnet sein, während die zweite, größere Beaufschlagungsfläche für den Regelvorsteuerdruck in einer deutlich größeren Ringkammer auf einer Kreisringfläche des Ventilelements angeordnet sein kann.

**[0012]** Um sicherzustellen, dass die andere Stellkolbenfläche keine ungewollte Verstellung der Axialkolbenpumpe vornimmt, wenn dies vom Regler nicht eingesteuert ist, wird zwischen der Hauptstufe und der anderen Stellkolbenfläche in einer diese verbindenden Leitung eine Verbindung mit der Tankleitung hergestellt, die durch eine Drossel abgesichert ist.

**[0013]** Um eine elektrische Leistungsverstellung vornehmen zu können, ist bei einer zweckmäßigen Ausführungsform zur Druckanhebung oder Druckabsenkung des der Regel-Druckvorsteuerung der Hauptstufe gelieferten Regel-Vorsteuerdrucks aus dem geminderten Druck dem L-Reglerstromab des Druckminderventils ein Proportional-Druckbegrenzungsventil, vorzugsweise ein 3/2-Wegeventil, zugeordnet.

**[0014]** Um von vornherein beide Möglichkeiten, d.h. entweder eine Druckanhebung oder eine Druckabsenkung elektrisch einsteuern zu können, ist bei einer zweckmäßigen Ausführungsform ein Eingangsanschluss des Proportional-Druckbegrenzungsventils mit dem Ausgang des Druckminderventils, ein Ausgangsanschluss des Proportional-Druckbegrenzungsventils über eine Drossel mit der Federseite des MehrWegeventils und/oder über eine andere Drossel mit einer Hilfskolbenfläche zum Beladen des Winkelhebels gegen die zweite Federkraft, und ein zweiter Anschluss des Proportional-Druckbegrenzungsventils mit der Tankleitung verbunden. Je nachdem, ob eine Druckanhebung oder eine Druckabsenkung elektrisch gesteuert werden soll, werden dann bestimmte Drosseln verschlossen und andere aktiviert.

**[0015]** Bei einer weiteren Ausführungsform ist für eine LS-Funktion der Hauptstufe im N-Regler ein 3/2-Wegeventil zugeordnet, dessen erster Anschluss an die Hauptleitung, dessen zweiter Anschluss an die Tankleitung, und dessen dritter Anschluss an die Leitung zur anderen Stellkolbenfläche angeschlossen sind. Dieses 3/2-Wegeventil wird durch eine Feder zu einer Schaltstellung beaufschlagt, in der der erste Anschluss abgesperrt und die zweiten und dritten Anschlüsse verbunden sind. Das 3/2-Wegeventil weist ferner eine federseitige Druckvorsteuerung auf, die mit einem LS-Anschluss des L-Reglers verbunden ist, sowie eine der Federseite entgegengesetzte Druckvorsteuerung, die an die Hauptleitung angeschlossen ist. Auf diese Weise wird im Regler bei der Regelung auch ein Lastdrucksignal entsprechend verarbeitbar.

**[0016]** Konventionell liegt ein Arm des Winkelhebels auf dem mit der anderen Stellkolbenfläche bewegbaren Widerlager auf, wobei der Tastkolben unter dem Druck in der Hauptleitung auf der entgegengesetzten Seite des

Arms des Winkelhebels einwirkt, um ein Moment zu erzeugen, mit dem das Mehrwege-Ventil betätigt wird, wobei sich das Moment abhängig vom Förderdruck und abhängig von der dem geometrischen Fördervolumen entsprechenden Position des Widerlagers entlang des Arms des Winkelhebels ändert. Der bauliche Aufwand des L-Reglers lässt sich jedoch dadurch vermindern, wenn der Tastkolben gleich in das Widerlager integriert wird, das mit der anderen Stellkolbenfläche mitfährt, wobei der

Tastkolben den Förderdruck durch die andere Stellkolbenfläche hindurch aufnimmt und beispielsweise eine Rolle des Widerlagers mit einer Kraft gegen den Winkelhebel drückt, die vom Förderdruck abhängt. Das Widerlager erfüllt hier eine zweifache Funktion, da es das geometrische Fördervolumen und den aktuellen Förderdruck in die Regelung rückführt.

**[0017]** Ausführungsformen des Erfindungsgegenstands werden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform einer Axialkolbenpumpe, wobei hier die wahlweise Möglichkeit der Nutzung eines LS-Anschlusses gegeben ist,

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer weiteren Ausführungsform mit einer LS-Funktion,

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer weiteren Ausführungsform, ähnlich der Form Fig. 2, ergänzt jedoch durch eine elektrische Leistungsverstellung in zwei Detailvarianten, und

Fig. 4 Blockschaltbild einer weiteren, einfachen Ausführungsform einer Axialkolbenpumpe mit einem mechanischen Regler.

**[0018]** Eine Axialkolbenpumpe 1 als Beispiel einer Verstellpumpe ist in Fig. 1 mit einem Regler ausgestattet, der aus einem L-Regler L und einem N-Regler N erstellt ist (jeweils strichpunktiert hervorgehoben).

**[0019]** Die Axialkolbenpumpe 1 weist eine symbolisch angedeutete Schwenkwiege auf, die beispielsweise mittels zweier Stellkolben, nämlich eines Stellkolbens mit einer Stellkolbenfläche 3 und eines Stellkolbens mit einer Stellkolbenfläche 6, jeweils in einer Steuerkammer 4, 7, verstellbar ist, um die Axialpumpe zwischen maximaler Förderung (in der Zeichnung in Fig. 1 angedeutet) und Nullförderung oder Minimalförderung (nicht gezeigt) zu verstehen. Die eine Stellkolbenfläche 3 ist kleiner als die andere Stellkolbenfläche 6. An der Stellkolbenfläche 3 greift beispielsweise eine Feder 5 an, um die Axialkolbenpumpe 1 in drucklosen Zustand zur Maximalförderung zu stellen und zu halten. Die Förderseite ist mit 8' angedeutet. Dort ist eine Hauptleitung 8 angeschlossen, die ggf. zu einer verstellbaren hydraulischen Last HL sowie zu Komponenten des Reglers führt. Ferner ist eine Tankleitung 9 vorhanden.

**[0020]** Im L-Regler L ist ein Winkelhebel 10 in einem Schwenklager 11 schwenkbar abgestützt, wobei das Schwenklager 11 bei der gezeigten Ausführungsform in Fig. 1 in Richtung des vertikalen Schenkels des Winkelhebels 10 verstellbar ist. Am horizontalen Schenkel des Winkelhebels 10 greift ein Widerlager 11 an, das mit dem die Stellkolbenfläche 6 aufweisenden Stellkolben verfahrbare ist und sozusagen das geometrische Fördervolumen rückführt. Am Widerlager 11 kann eine Rolle 12 angeordnet sein. An der anderen Seite des horizontalen Schenkels des Winkelhebels 10 greift ein Tastkolben 13 an, der aus der Hauptleitung 8 mit dem Förderdruck beaufschlagt wird und ein Moment erzeugt, das über einen Stössel 16 ein Mehr-Wegeventil 14 zwischen Schaltstellungen verstellt. Das Mehr-Wegeventil 14 ist als 3/2-Wegeventil ausgebildet und wird durch eine zweite Federkraft 15 gegen den Winkelhebel 10 beaufschlagt. Die zweite Federkraft 15 ist bestrebt, das Mehr-Wegeventil 14 in eine Schaltstellung einzustellen, in der eine Leitung 19 mit der Tankleitung 9 verbunden ist (wie gezeigt), und ein Anschluss einer Leitung 18 abgesperrt ist.

**[0021]** Dem L-Regler L ist erfundungsgemäß ein Druckminderventil 17 zugeordnet (oder in diesen integriert), das an die Hauptleitung 8 angeschlossen ist und in der Leitung 18 zum Mehr-Wegeventil 14 einen geminderten Druck einstellt, beispielsweise etwas 30 bar. Das Druckminderventil 17 kann mit der Tankleitung 9 verbunden sein. (Leckage)

**[0022]** Der N-Regler N enthält eine Mehr-Wege-Mehrstellungs-Hauptstufe 22, die in Fig. 1 als 3/3-Wege-Schieberventil ausgebildet ist und eine an die Hauptleitung 8 angeschlossene Druckvorsteuerung 23 sowie parallel dazu eine Regel-Druckvorsteuerung 21 aufweist, die entgegengesetzt zu einer ersten Federkraft 24 an einem nicht hervorgehobenen Ventilelement wirken. Die Leitung 19 vom Mehr-Wegeventil 14 ist an die Regel-Druckvorsteuerung 21 angeschlossen und enthält beispielsweise eine Drossel 20. Die Vorsteuerung 23, die an die Hauptleitung 8 angeschlossen ist, weist eine kleinere Beaufschlagungsfläche auf, als die Regel-Druckvorsteuerung 21. Beispielsweise ist die Beaufschlagungsfläche der Druckvorsteuerung 23 an einem mit dem Ventilelement verbundenen Stift vorgesehen, während die Beaufschlagungsfläche der Regel-Druckvorsteuerung 21 eine Kreisringfläche in einer Ringkammer beim Ventilelement sein kann (nicht gezeigt).

**[0023]** Ein Anschluss der Hauptstufe 22 ist mit der Hauptleitung 8 verbunden, ein weiterer hingegen über eine Drossel 31 mit der Tankleitung 9. Ferner führt von einem weiteren Anschluss der Hauptstufe 22 eine Leitung 25 zur Steuerkammer 7 der anderen Stellkolbenfläche 6. Diese Leitung 25 ist über eine Drossel 26 mit der Tankleitung 9 verbunden. Von der Leitung 19 zweigt eine Leitung 27 über eine Drossel 28 beispielsweise zu einer Federkammer der ersten Federkraft 24 ab und weiter von dieser zur Tankleitung 9, gegebenenfalls über eine Drossel 29. Stromab der Drossel 29 ist ein LS-Anschluss 30 angedeutet. Wird der LS-Anschluss 30 benutzt, ist

dort der Ast der Tankleitung 9 entfernt.

Funktion:

- 5 **[0024]** Läuft die Axialkolbenpumpe 1 an, so ist sie auf maximales Fördervolumen eingestellt. Ist keine hydraulische Last HL zu versorgen, baut sich in der Hauptleitung 8 Druck auf, der umgehend über den Tastkolben 13 den Winkelhebel verschwenkt und das Mehr-Wegeventil 14 versteilt. Aus dem Druck in der Hauptleitung 8 erzeugt das Druckminderventil 17 in der Leitung 18 einen geminderten Druck, aus dem das verstellte Mehr-Wegeventil 14 Regelvorsteuerdruck für die Regelvorsteuerung 21 erzeugt, so dass durch den Druck in der Hauptleitung an der Vorsteuerung 23 und den Regelvorsteuerdruck die Hauptstufe 22 versteilt wird und Druck in die bis dahin entlastete Leitung 25 zur Stellkolbenfläche 6 erzeugt, wodurch die Axialkolbenpumpe 1 umgehend in Richtung zur Nullförderung verstellt wird. Der Druck in der Hauptleitung 8 sinkt und wird über das Druckminderventil 17 ohne nennenswerte Drosselung abgebaut. Ist hingegen eine hydraulische Last HL zu versorgen, dann stellt sich ein Gleichgewicht zwischen dem Moment des Winkelhebels 10 und der zweiten Federkraft 5 und auch zwischen den Kräften aus den Druckvorsteuerungen 23, 21 und der ersten Federkraft 24 ein. Wird die Axialkolbenpumpe 1 wieder stillgesetzt, wird die Leitung 19 zum Tankleitung 9 entlastet und wird auf die Leitung 25 über die Hauptstufe zur Tankleitung 9 entlastet.
- 10 **[0025]** Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform der Axialkolbenpumpe unterscheidet sich von der in Fig. 1 im Wesentlichen durch zwei Details. Der Tastkolben 13 ist hier in das Widerlager 11 integriert und beaufschlagt die Rolle 12 am horizontalen Schenkel des Winkelhebels 10 auf der gleichen Seite des horizontalen Schenkels wie das Widerlager 11, das mit der Stellkolbenfläche 3 verfährt. Der Tastkolben 13 wird hier aus der Hauptleitung 8 und der Steuerkammer 4 der Stellkolbenfläche 3 mit Druck beaufschlagt.
- 15 **[0026]** Die Hauptstufe 22' ist in dieser Ausführungsform ein 3/2-Wegeventil, beispielsweise in Schieberbauweise. Um bei der Regelung auch ein Lastdrucksignal am LS-Anschluss 30 zu verarbeiten, ist der Hauptstufe 22' ein 3/2-Wegeventil 31 zugeordnet, dessen einer Anschluss mit der Hauptleitung 8, der benachbarte Anschluss über die Hauptstufe 22' mit der Tankleitung 9, und ein dritter Anschluss mit der Leitung 25 zur anderen Stellkolbenfläche 6 und über die Drossel 26 auch mit der Tankleitung 9 verbunden sind. Das 3/2-Wegeventil 31 besitzt an einer Vorsteuerseite 34 einen Anschluss, von dem eine Leitung 35 zum LS-Anschluss 30 führt, und zwar über eine Drossel 29, und auch über eine Drossel 31 zur Tankleitung 9. Die Vorsteuerseite 34 ist auf der Seite einer Feder 32, die das 3/2-Wegeventil 31 in die in Fig. 2 gezeigte Schaltstellung bringt. Ein gegenüberliegender Vorsteueranschluss 33 ist hingegen mit der Hauptleitung 8 verbunden.
- 20 **[0027]** Die Funktion des Reglers ist ähnlich der des

Reglers von Fig. 1, wobei hier zusätzlich das 3/2-Wegeventil 31 für die Beaufschlagung der anderen Stellkolbenfläche 6 ein Lastdrucksignal verarbeiten kann.

**[0028]** In der Ausführungsform in Fig. 3, die im Wesentlichen der Ausführungsform der Fig. 2 entspricht, ist zusätzlich eine elektrische Leistungsverstellung vorgesehen, wobei die Leistungsverstellung entweder mit einer Druckanhebung oder einer Druckabsenkung des in der Leitung 19 erzeugten Regel-Vorsteuerdrucks arbeitet.

**[0029]** In der gezeigten Ausführungsform ist im L-Regler L ein Proportional-Druckbegrenzungsventil 36 mit einem Proportional-Magneten 37 vorgesehen, der gegen eine Regelfeder 38 wirkt. Das Proportional-Druckbegrenzungsventil 36 ist hier als 3/2-Wegedruckregelventil ausgebildet und stromab des Druckminderventils 17 angeordnet. Ein Auslassanschluss des Proportional-Druckbegrenzungsventils 36 ist an die Tankleitung 9, ein zweiter Anschluss an eine Zweigleitung 18' der Leitung 18 vom Druckminderventil 17, und ein dritter Anschluss an eine Leitung 39 angeschlossen, die sich in eine Leitung 40 aufzweigt, einerseits zu einem Hilfskolben 39, der gegenüberliegend zum Mehr-Wegeventil 14 am vertikalen Schenkel des Winkelhebels 10 angreift und über eine Drossel 42 mit der Tankleitung 9 verbunden ist, und andererseits zu einer Federkammer der zweiten Federkraft 15. Die Federkammer ist über eine Drossel 44 ebenfalls mit der Tankleitung 9 verbunden. Beiderseits der Abzweigung von der Leitung 39 in die Leitung 40 sind Drosseln 42, 41 platziert.

**[0030]** Je nachdem, ob eine Druckanhebung oder eine Druckabsenkung gewünscht wird, wird wie folgt vorgegangen:

Für eine Druckanhebung ist die Drossel 41 aktiv und werden die Drossel 42 wie auch die Drossel 44 ver-  
sperrt. Die Drossel 43 ist aktiv.

**[0031]** Wird hingegen eine Druckabsenkung gewünscht, ist die Drossel 41 abgesperrt, wie auch die Drossel 43, und sind die Drosseln 42 und 44 aktiv.

**[0032]** Bei Bestromen des Proportional-Magneten 37 wird damit sozusagen der Widerstand der zweiten Federkraft 15 erhöht oder vermindert, den der Winkelhebel 10 zu überwinden hat.

**[0033]** Die weitere Funktion ist ähnlich wie in Fig. 2.

**[0034]** In der Ausführungsform in Fig. 4 ist weder eine elektrische Leistungsvorstellung vorgesehen, noch eine Verarbeitung eines Lastdruckssignals. Bis auf die Hauptstufe 22" entspricht der Aufbau weitgehend den von Fig. 2. Im Unterschied zu Fig. 2 ist jedoch die Hauptstufe 22" als 3/2-Wegeventil, beispielsweise in Schieberbauweise mit den beiden Druckvorsteuerungen 21, 23 ausgelegt, und ist die Leitung 25 direkt an den dritten Anschluss angeschlossen, so dass der N-Regler N nur nach Maßgabe zwischen den Kräften in den Druckvorsteuerungen 21, 23 und der ersten Federkraft 24 die Beaufschlagung der anderen Stellkolbenfläche 6 aus dem

Druck in der Hauptleitung 9 regelt.

**[0035]** Auch in der Ausführungsform in Fig. 4 ist der Tastkolben 13 in das Widerlager 11 integriert, um dessen Rolle 12 zu beaufschlagen, und wird der Tastkolben aus der Kammer 4 mit dem Druck in der Hauptleitung 8 beaufschlagt.

**[0036]** In den Ausführungsformen der Fig. 2 bis 4 könnte alternativ die Anordnung des Widerlagers 11 und des Tastkolbens 13 wie in Fig. 1 verwendet werden.

**[0037]** Da das Mehrwege-Ventil 14 nur mit dem geminderten Druck zuretzukommen braucht, kann es klein und kostengünstig ausgebildet werden und ist auch die zweite Federkraft 15 moderat. Dies gilt auch für die elektrische Leistungsvorstellung in Fig. 3, bei der das Proportional-Druckbegrenzungsventil 36 nur in einem Steuerleitungskreis enthalten ist, der geminderten Druck führt.

## 20 Patentansprüche

1. Axialkolbenpumpe (1) mit ersten und zweiten, unterschiedlich dimensionierten Stellkolbenflächen (3, 6), einem N-Regler (N) mit einer zumindest vom Förderdruck gegen eine erste Federkraft (24) druckvorgesteuerten Mehrwege-Mehrstellungs-Hauptstufe (22, 22', 22"), und einem L-Regler (L) mit einem über einen schwenkbaren Winkelhebel (10) gegen eine zweite Federkraft (15) verstellbaren Mehr-Wegeventil (14), wobei an dem Winkelhebel (10) ein mit einer Stellkolbenfläche (6) relativ zum Winkelhebel (10) bewegbares Widerlager (11) und ein mit dem Förderdruck beaufschlagter Tastkolben (13) ange-  
reifen, und die Förderseite (8) der Axialkolbenpumpe (1) über eine Hauptleitung (8) zumindest mit der Druckvorsteuerung (23) der Hauptstufe, einem Ein-  
gang der Hauptstufe (22, 22', 22") sowie dem Tast-  
kolben (13) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** an die Hauptleitung (8) ein Druckminder-  
ventil (17) angeschlossen ist, mit dem für das Mehr-  
Wegeventil (14) ein geminderter Steuerdruck ein-  
stellbar ist, aus dem das Mehr-Wegeventil (14) zu-  
ätzlichen Regelvorsteuerdruck für die Hauptstufe (22, 22', 22") erzeugt.
2. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Tankleitung (9) zumindest an das Mehr-Wegeventil (14) und die Hauptstufe (22, 22', 22") angeschlossen ist, und dass die eine Stellkolbenfläche (3) aus der Hauptleitung (8) mit dem Förderdruck beaufschlagbar und die andere Stellkolbenfläche (6) über die Hauptstufe (22, 22', 22") druckbeaufschlagbar oder druckentlastbar ist.
3. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptstufe (22, 22', 22") parallel zur Druckvorsteuerung (23) eine mit dem Regelvorsteuerdruck beaufschlagbare Regeldruck-

- vorsteuerung (21) aufweist.
4. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptstufe (22, 22', 22'') ein 3/2-Wege-, 4/2-Wege- oder 3/3-Wegeventil, vorzugsweise in Schieberbauweise, mit abgesperrter Mittelstellung, und das Mehr-Wegeventil (14) ein 3/2-Wegeventil sind, wobei, vorzugsweise, die Hauptstufe (22, 22', 22'') von der ersten Federkraft (24) zu einer Schaltstellung beaufschlagbar ist, in der die andere Stellkolbenfläche (6) zur Tankleitung (9) entlastet wird, und das Mehr-Wegeventil (14) von der zweiten Federkraft (15) zu einer Schaltstellung beaufschlagbar ist, in der die Regel-Druckvorsteuerung (21) mit der Tankleitung (9) verbunden ist. 5
5. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die andere Stellkolbenfläche (6) die größere ist und die Axialkolbenpumpe (1) in Richtung zur Null- oder Minimalförderung verstellt. 10
6. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckvorsteuerung (23) für den Förderdruck in der Hauptstufe eine erste erheblich kleinere Beaufschlagungsfläche aufweist als eine zweite Beaufschlagungsfläche der Regel-Druckvorsteuerung (21) der Hauptstufe. 15
7. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Beaufschlagungsfläche der Druckvorsteuerung (23) an einem mit einem Ventilelement verbundenen Stift und die zweite Beaufschlagungsfläche in einer das Ventilelement beaufschlagenden Ringkammer angeordnet ist. 20
8. Axialkolbenpumpe nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zwischen der Hauptstufe (22, 22', 22'') und der anderen Stellkolbenfläche (6) verlaufende Leitung (25) über eine Drossel (26) mit der Tankleitung (9) verbunden ist. 25
9. Axialkolbenpumpe nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dass zwecks elektrischer Leistungsverstellung der Axialkolbenpumpe 1 zur Druckanhebung oder zur Druckabsenkung der Regel-Druckvorsteuerung (21) der Hauptstufe (22, 22', 22'') aus dem geminderten Druck gelieferten Drucks dem L-Regler (L) stromab des Druckminderventils (17) ein Proportional-Druckbegrenzungsventil (36), vorzugsweise ein 3/2-Wegeventil, zugeordnet ist. 30
10. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Eingangsanschluss des Proportional-Druckbegrenzungsventils (36) mit dem Ausgangsanschluss des Druckminderventils (17), ein Ausgangsanschluss des Proportional-Druckbegrenzungsventils (36) über eine Drossel (41) mit der Federseite des Mehr-Wegeventils (14) und/oder über eine andere Drossel (42) mit einer Hilfskolbenfläche (39) zum Beladen des Winkelhebels (10) gegen die zweite Federkraft (15), und ein zweiter Anschluss des Proportional-Druckbegrenzungsventils (36) mit der Tankleitung (9) verbunden sind. 35
11. Axialkolbenpumpe nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine LS-Funktion in N-Regler (N) der Hauptstufe (22, 22', 22'') ein 3/2-Wegeventil (31) zugeordnet ist, dessen erster Anschluss an die Hauptleitung (8), dessen zweiter Anschluss an die Tankleitung (9) und dessen dritter Anschluss an die Leitung (25) zur anderen Stellkolbenfläche (6) angegeschlossen sind, und dass durch eine Feder (38) zu einer Schaltstellung beaufschlagt ist, in der der erste Anschluss abgesperrt und der zweite und dritte Anschluss verbunden sind, und dass eine federseitige Druckvorsteuerung (34) in Verbindung mit einem LLS-Anschluss (30) des N-Reglers (N) sowie eine der Federseite entgegengesetzte Druckvorsteuerung (33) in Verbindung mit der Hauptleitung (8) aufweist. 40
12. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tastkolben (13) im am Winkelhebel (10) angreifenden Widerlager (11) der einen Stellkolbenfläche (3) untergebracht und vorzugsweise über eine die eine Stellkolbenfläche (3) enthaltende Druckkammer (4) mit dem Förderdruck aus der Hauptleitung (8) beaufschlagbar ist. 45
13. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Widerlager (11) ein Rollenstößel ist, und dass, vorzugsweise, der Tastkolben (13) im Rollenstößel die relativ zum Rollenstößel bewegbare Rolle (12) beaufschlagt, die an einem Arm des Winkelhebels (10) abläuft. 50

#### Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

- 45 1. Axialkolbenpumpe (1) mit ersten und zweiten, unterschiedlich dimensionierten Stellkolbenflächen (3, 6), einem ersten Regler (N) mit einer zum mindesten vom Förderdruck in einer an die Förderseite (8') der Axialkolbenpumpe (1) angeschlossenen Hauptleitung (8) gegen eine erste Federkraft (24) an einer Druckvorsteuerung (23) druckvorgesteuerten Mehrwege-Mehrstellungs-Hauptstufe (22, 22', 22''), und einem zweiten Regler (L) mit einem über einen schwenkbaren Winkelhebel (10) gegen eine zweite Federkraft (15) verstellbaren Mehr-Wegeventil (14), wobei an dem Winkelhebel (10) ein mit einer Stellkolbenfläche (6) relativ zum Winkelhebel (10) bewegbares Widerlager (11) und ein mit dem Förderdruck beauf-

- schlagter Tastkolben (13) angreifen, und die Förderseite (8') der Axialkolbenpumpe (1) über die Hauptleitung (8) zumindest mit der Druckvorsteuerung (23) der Hauptstufe, einem Eingang der Hauptstufe (22, 22', 22'') sowie dem Tastkolben (13) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptleitung (8) an ein Druckminderventil (17) angeschlossen ist, mit dem aus dem Förderdruck in der Hauptleitung (8) bei vom Winkelhebel (10) gegen die zweite Federkraft (15) verstelltem Mehr-Wegeventil (14) an einem Eingang des Mehr-Wegeventils (14) ein geminderter Steuerdruck einstellbar ist, aus dem das verstellte Mehr-Wegeventil (14) Regelvorsteuerdruck für eine Regeldruckvorsteuerung (21) der Hauptstufe (22, 22', 22'') zusätzlich und parallel zur Druckvorsteuerung (23) durch den Förderdruck an der Druckvorsteuerung (23) erzeugt.
2. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Tankleitung (9) zumindest an das Mehr-Wegeventil (14) und die Hauptstufe (22, 22', 22'') angeschlossen ist, und dass die eine Stellkolbenfläche (3) aus der Hauptleitung (8) mit dem Förderdruck beaufschlagbar und die andere Stellkolbenfläche (6) über die Hauptstufe (22, 22', 22'') druckbeaufschlagbar oder druckentlastbar ist.
3. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptstufe (22, 22', 22'') ein 3/2-Wege-, 4/2-Wege- oder 3/3-Wegeventil, vorzugsweise in Schieberbauweise, mit abgesperrter Mittelstellung, und das Mehr-Wegeventil (14) ein 3/2-Wegeventil sind, wobei, vorzugsweise, die Hauptstufe (22, 22', 22'') von der ersten Federkraft (24) zu einer Schaltstellung beaufschlagbar ist, in der die andere Stellkolbenfläche (6) zur Tankleitung (9) entlastet wird, und das Mehr-Wegeventil (14) von der zweiten Federkraft (15) zu einer Schaltstellung beaufschlagbar ist, in der die Regel-Druckvorsteuerung (21) mit der Tankleitung (9) verbunden ist.
4. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die andere Stellkolbenfläche (6) die größere ist und die Axialkolbenpumpe (1) in Richtung zur Null-oder Minimalförderung verstellt.
5. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckvorsteuerung (23) in der Hauptstufe eine erste erheblich kleinere Beaufschlagungsfläche aufweist als eine zweite Beaufschlagungsfläche der Regel-Druckvorsteuerung (21) der Hauptstufe.
6. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Beaufschlagungsfläche der Druckvorsteuerung (23) an einem mit einem Ventilelement verbundenen Stift und die zweite Beaufschlagungsfläche in einer das Ventilelement beaufschlagenden Ringkammer angeordnet sind.
7. Axialkolbenpumpe nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zwischen der Hauptstufe (22, 22', 22'') und der anderen Stellkolbenfläche (6) verlaufende Leitung (25) über eine Drossel (26) mit der Tankleitung (9) verbunden ist.
8. Axialkolbenpumpe nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwecks elektrischer Leistungsverstellung der Axialkolbenpumpe (1) zur Druckanhebung oder zur Druckabsenkung an der Regel-Druckvorsteuerung (21) der Hauptstufe (22, 22', 22'') aus dem geminderten Druck des Druckminderventils (17) dem zweiten Regler (L) stromab des Druckminderventils (17) ein Proportional-Druckbegrenzungsventil (36), vorzugsweise ein 3/2-Wegeventil, zugeordnet ist.
9. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Eingangsanschluss des Proportional-Druckbegrenzungsventils (36) mit dem Ausgangsanschluss des Druckminderventils (17), ein Ausgangsanschluss des Proportional-Druckbegrenzungsventils (36) über eine Drossel (41) mit der Federseite des Mehr-Wegeventils (14) und/oder über eine andere Drossel (42) mit einer Hilfskolbenfläche (39) zum Beladen des Winkelhebels (10) gegen die zweite Federkraft (15), und ein zweiter Anschluss des Proportional-Druckbegrenzungsventils (36) mit der Tankleitung (9) verbunden sind.
10. Axialkolbenpumpe nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine LS-Funktion im ersten Regler (N) der Hauptstufe (22, 22', 22'') ein 3/2-Wegeventil (31) zugeordnet ist, dessen erster Anschluss an die Hauptleitung (8), dessen zweiter Anschluss an die Tankleitung (9) und dessen dritter Anschluss an die Leitung (25) zur anderen Stellkolbenfläche (6) angeschlossen sind, und das durch eine Feder (38) zu einer Schaltstellung beaufschlagt ist, in der der erste Anschluss abgesperrt und der zweite und dritte Anschluss verbunden sind, und das eine federseitige Druckvorsteuerung (34) in Verbindung mit einem LS-Anschluss (30) des ersten Reglers (N) sowie eine der Federseite entgegengesetzte Druckvorsteuerung (33) in Verbindung mit der Hauptleitung (8) aufweist.
11. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tastkolben (13) im am Winkelhebel (10) angreifenden Widerlager (11) der einen Stellkolbenfläche (3) untergebracht und, vorzugsweise, über eine die eine Stellkolbenfläche (3) enthaltende Druckkammer (4) mit dem Förderdruck aus der Hauptleitung (8) beaufschlagbar ist.

12. Axialkolbenpumpe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Widerlager (11) ein Rollenstößel ist, und dass, vorzugsweise, der Tastkolben (13) im Rollenstößel die relativ zum Rollenstößel bewegbare Rolle (12) beaufschlagt, die an einem Arm des Winkelhebels (10) abläuft.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

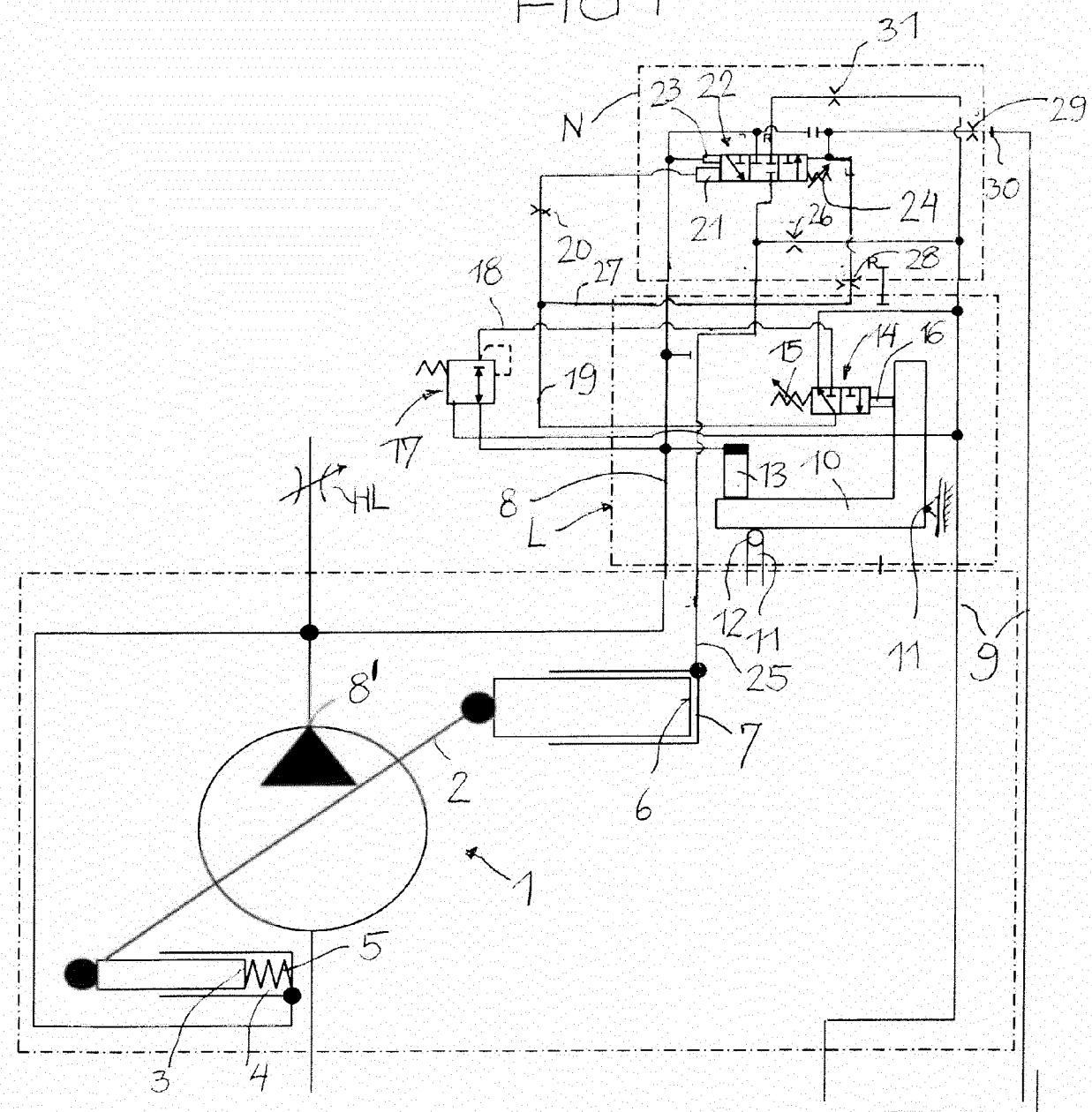


FIG 2

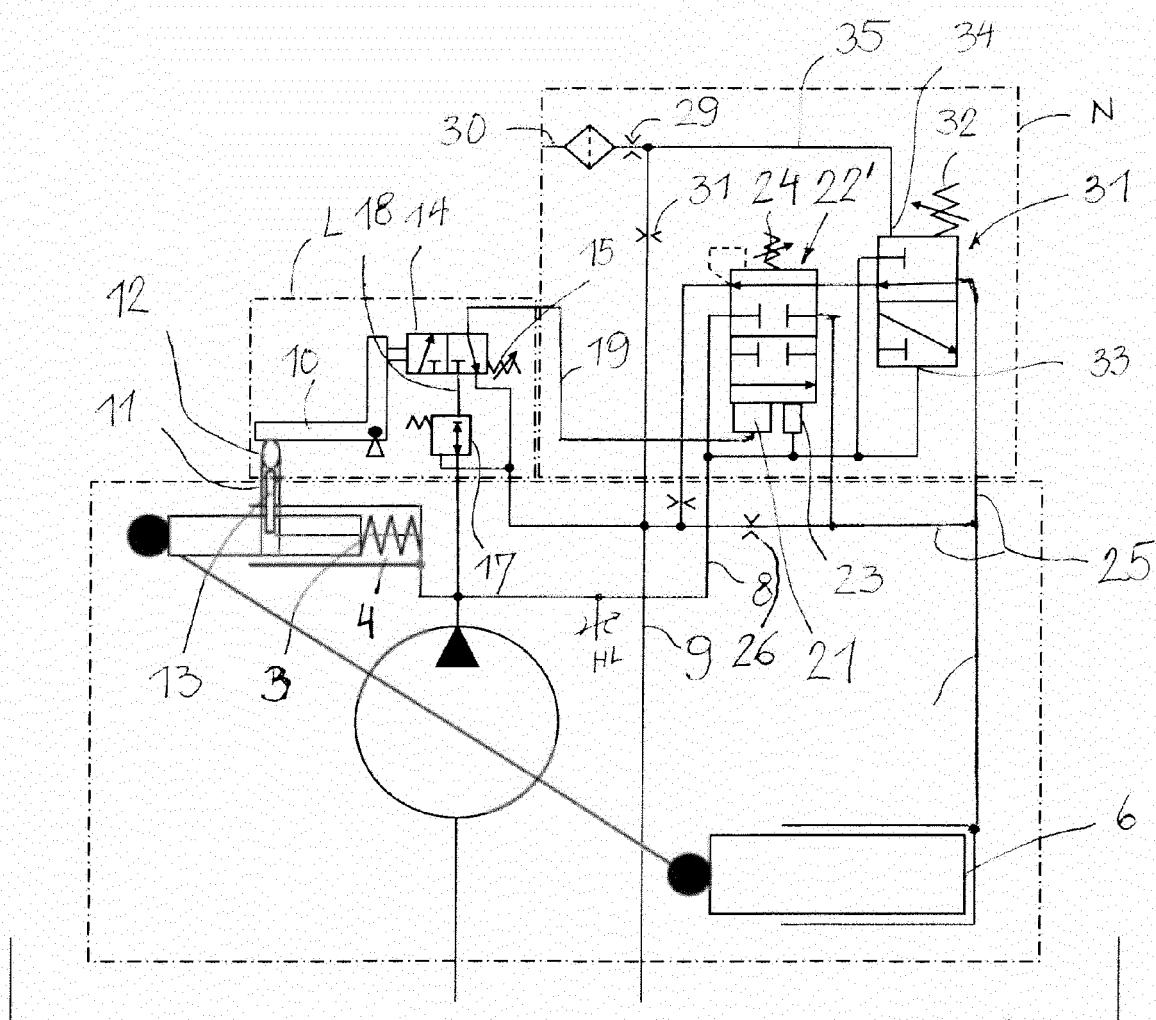


FIG 3

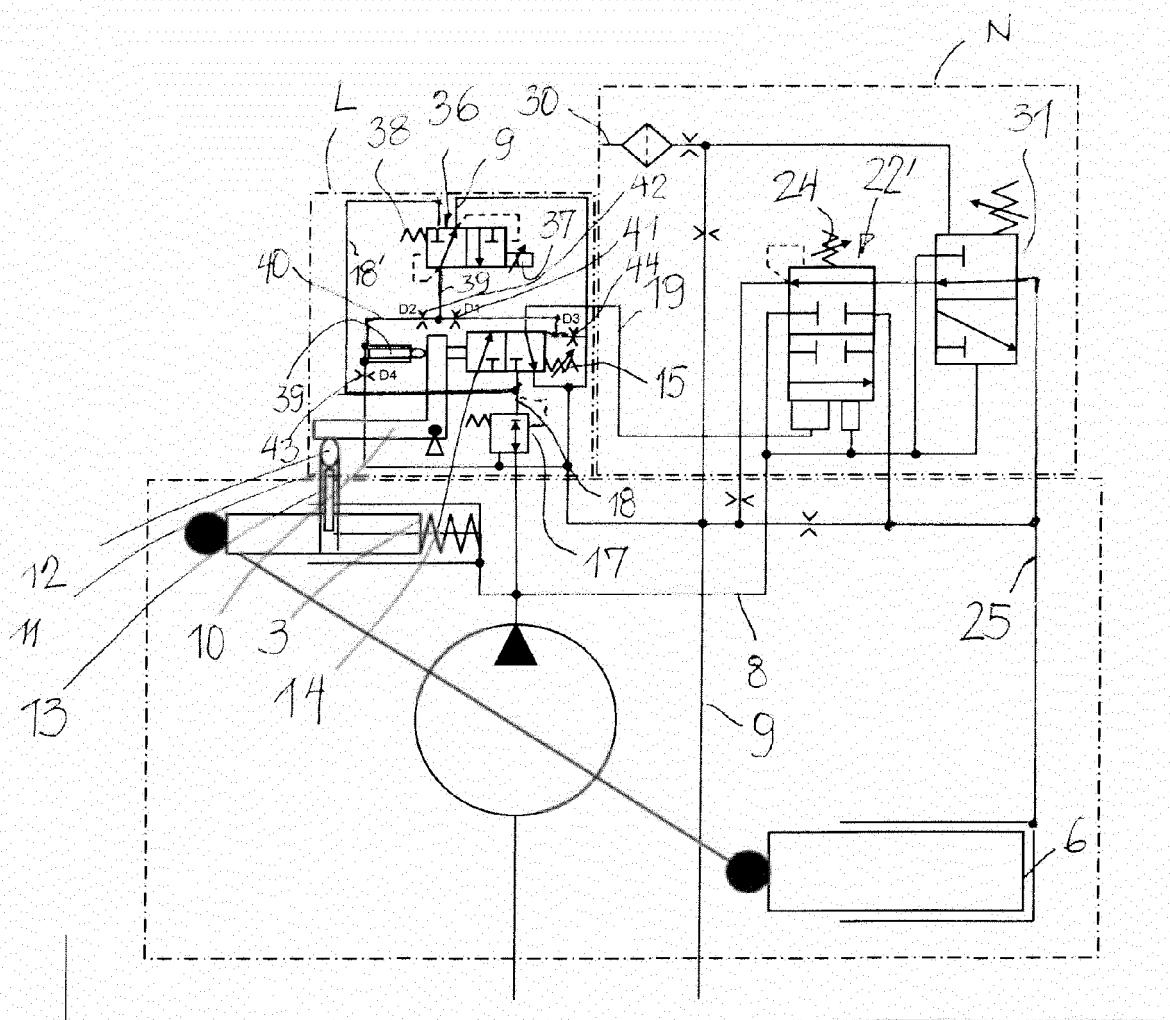
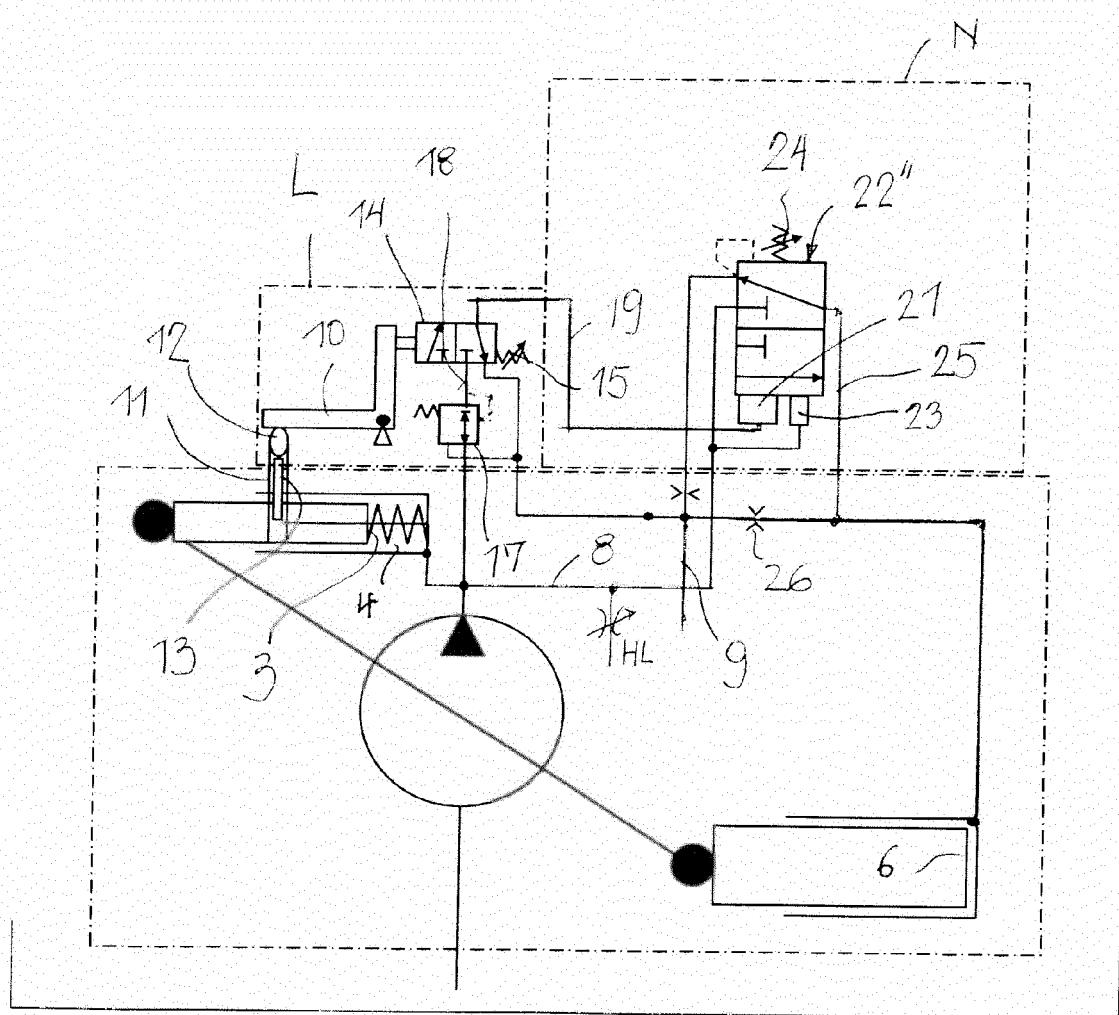


FIG 4





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 15 15 1407

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	Y DE 37 42 111 A1 (BRUENINGHAUS HYDRAULIK GMBH [DE]) 29. Juni 1989 (1989-06-29) * Spalte 1, Zeile 22 - Spalte 4, Zeile 37; Abbildung 1 *	1-13	INV. F04B1/29 F04B1/32 F04B49/00 F04B49/08
15	Y EP 0 939 225 A2 (BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH [DE]) 1. September 1999 (1999-09-01) * Absätze [0019] - [0022], [0024] - [0025], [0032] - [0033]; Anspruch 1; Abbildungen 1-5 *	1-13	F03C1/40
20			
25			
30			
35			
40			
45			
50			
55			
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
	München	10. Juli 2015	Jurado Orenes, A
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist	
	A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
	O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
	P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 1407

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-07-2015

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 3742111 A1	29-06-1989	DE EP	3742111 A1 0284989 A2	29-06-1989 05-10-1988
20	EP 0939225 A2	01-09-1999	DE EP	19808127 A1 0939225 A2	09-09-1999 01-09-1999

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82