(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 093 504 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.08.2019 Patentblatt 2019/34

(51) Int Cl.:
F15B 13/02 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **15167276.3**

(22) Anmeldetag: **12.05.2015**

(54) **DRUCKGESTEUERTES 2-WEGE-STROMVENTIL FÜR HYDRAULIKANWENDUNGEN UND VENTILANORDNUNG MIT EINEM ENTSPRECHENDEN 2-WEGE-STROMREGELVENTIL**

PRESSURE CONTROLLED TWO-WAY FLOW CONTROL VALVE FOR HYDRAULICS APPLICATIONS AND VALVE ASSEMBLY WITH A CORRESPONDING TWO-WAY FLOW CONTROL VALVE

VALVE DE RÉGLAGE DE DÉBIT À 2 VOIES PRESSOSTATIQUE POUR DES APPLICATIONS HYDRAULIQUES ET SYSTÈME DE VALVE DOTÉ D'UNE VALVE DE RÉGLAGE DE DÉBIT À 2 VOIES

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.11.2016 Patentblatt 2016/46

(73) Patentinhaber: **HAWE Hydraulik SE**
85609 Aschheim (DE)

(72) Erfinder:
- **Wechsel, Thomas**
  81371 München (DE)
- **Heusser, Martin**
  81245 München (DE)

(74) Vertreter: **Grosse Schumacher Knauer von Hirschhausen**
Patent- und Rechtsanwälte
Nymphenburger Strasse 14
80335 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 818 732
DE-A1- 19 855 187
DE-A1-102012 220 863

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 093 504 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft druckgesteuerte 2-Wege-Stromregelventile für Hydraulikanwendungen und Ventilanordnungen für Hydraulikanwendungen, die ein entsprechendes 2-Wege-Stromregelventil aufweisen.

[0002] In anspruchsvollen Hydrokreisen, bspw. von Kränen, Betonverteilermasten und anderen Lasthebe- und Manipuliereinrichtungen, werden im Allgemeinen Proportional-Wegeschieber eingesetzt, um das gleichzeitige Betätigen mehrerer Verbraucher zu ermöglichen. In der Anwendungspraxis ist es dabei häufig erforderlich, mehrere Verbraucher völlig individuell und gleichzeitig anzusteuern, wobei dies möglichst lastdruckunabhängig geschehen soll.

[0003] Aus dem Produktprogramm 2011 von HAWE ist gemäß den Seiten 98 bis 101 ein Proportional-Wegeschieber vom Typ PSL mit Anschlussblöcken und Aufsatzblock bekannt. Mit Bezug auf Fig. 1a ist schematisch ein Hydrokreis dargestellt, in dem zwei bekannte Proportional-Wegeschieber vom Typ PSL, in der Figur mit den Bezugszeichen PS1, PS2 bezeichnet, mit einem geeigneten Anschlussblock für eine Konstantpumpe 1 zum Betrieb von zwei Verbrauchern V1, V2 vorgesehen sind. Ein von der Konstantpumpe 1 ausgegebener Versorgungsdruck P wird durch eine Versorgungsleitung 6 einer Mehrzahl von stark schematisiert dargestellten Verbrauchern V1, V2, z.B. Hydrozylinder, über die jeweiligen Proportional-Wegeschieber PS1, PS2 zugeführt, um die Verbraucher V1, V2 anzutreiben. Der Zufluss vor den Proportional-Wegeschiebern PS1, PS2 wird dabei jeweils durch ein druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil 41, 42 geregelt, das in Zuflussrichtung vor dem entsprechenden Proportional-Wegeschieber PS1, PS2 angeordnet ist. Soll im Betrieb wenigstens einer der Verbraucher V1, V2 betrieben werden, so ist der zugehörige Proportional-Wegeschieber PS1, PS2 aus dem dargestellten Sperrzustand nach oben oder unten ausgelenkt, je nachdem, ob ein mit dem entsprechenden Verbraucher V1, V2 verbundener Anschluss A1, A2 oder B1, B2 mit der Versorgungsleitung 6 zu verbinden ist. Über den Hub der Auslenkung wird dabei durch die Proportional-Wegeschieber PS1, PS2 ein Volumenstrom zu dem jeweiligen Verbraucher V1, V2 vorgegeben.

[0004] Über eine entsprechende LS-Leitung LS1, LS2 (in Fig. 1 gestrichelt dargestellt) wird ein hinter dem entsprechenden Proportional-Wegeschieber PS1, PS2 abfallender Lastdruck an das zugehörige 2-Wege-Stromregelventil 41, 42 gemeldet. Weiterhin wird über Wechselventile 2 sichergestellt, dass der höchste Lastdruck von den durch die LS-Leitungen LS1, LS2 gemeldeten Lastdrücken (entspricht den an den Verbrauchern V1, V2 abfallenden Lastdrücken) an einen Umlaufregler 8 des Konstantpumpensystems gemeldet wird.

[0005] Der von der LS-Leitung LS1 bzw. LS2 an das 2-Wege-Stromregelventil 41 bzw. 42 gemeldete Lastdruck wird, die Vorspannung der Vorspannfeder unterstützend, in Auf-Richtung des 2-Wege-Stromregelventils 41 bzw. 42 wirkend an dieses angelegt. Weiterhin wird jedem 2-Wege-Stromregelventil 41, 42 ferner ein ausgangsseitig am jeweiligen 2-Wege-Stromregelventil 41, 42 abgegriffenes Drucksignal in Zu-Steuerrichtung (d.h. der Vorspannung entgegenwirkend) des jeweiligen 2-Wege-Stromregelventil 41, 42 angelegt. Jedes der 2-Wege-Stromregelventile 41, 42 wird durch eine Vorspannfeder in Auf-Richtung vorgespannt, so dass die 2-Wege-Stromregelventile 41, 42 im Ruhezustand geöffnet sind.

[0006] In der Gleichgewichtslage stellt sich folglich eine bestimmte Druckdifferenz zwischen dem abgegriffenen LS-Druck und einem Drucksignal entsprechend dem abgegriffenen ausgangsseitigen Druck des 2-Wege-Stromregelventils ein. Hierdurch werden Änderungen im Volumenstrom im Fall von Federn mit kleiner Federkonstante bzw. flacher Federkennlinie auf einen konstanten Wert einregelt. Demnach regelt jedes der 2-Wege-Stromregelventil 41, 42 einen Volumenstrom durch den entsprechenden Proportional-Wegeschieber PS1, PS2 lastunabhängig auf einen konstanten Wert ein. Mit anderen Worten, falls der hinter dem Proportional-Wegeschieber PS1 bzw. PS2 auftretende Volumenstrom während des Betriebs des Verbrauchers V1 bzw. V2 sinkt, so sinkt auch die Druckdifferenz zwischen dem hinter dem 2-Wege-Stromregelventil 41 bzw. 42 abfallenden Druck (gemeldet als "p_A") und dem hinter dem Proportional-Wegeschieber abfallenden Lastdruck (der als "p_{LS}" über die LS-Leitung LS1 bzw. LS2 an das 2-Wege-Stromregelventil 41 bzw. 42 gemeldet wird), so dass sich ein Regelkolben (nicht dargestellt) im 2-Wege-Stromregelventil 41 bzw. 42 entlang der Auf-Steuerrichtung verschiebt. Die Folge ist, dass sich am Regelkolben im 2-Wege-Stromriegelventil 41 bzw. 42 wieder ein Kräftegleichgewicht einstellt, wenngleich bei einem größeren Drosselquerschnitt im 2-Wege-Stromregelventil 41 bzw. 42, so dass die Verringerung des Volumenstroms und der Druckdifferenz (p_A - p_{LS}) kompensiert. Es werden also der Volumenstrom zum Verbraucher und die Druckdifferenz zwischen dem von der Konstantpumpe 1 bereitgestellten Druck und dem Druck im Lastkreis zum Verbraucher auf einen konstanten Wert geregelt. Nimmt andererseits die Druckdifferenz (p_A - p_{LS}) am Proportional-Wegeschieber PS1 bzw. PS2 zu, was einer Zunahme des Volumenstroms entspricht, so wird das 2-Wege-Stromregelventil in Zu-Richtung geregelt, bis sich ein neues Kräftegleichgewicht einstellt. Im-2-Wege-Stromregelventil verschiebt sich ein Regelkolben (nicht dargestellt) in Zu-Steuerrichtung, wodurch sich ein Drosselquerschnitt im 2-Wege-Stromregelventil 41 bzw. 42 verringert. Mit abnehmendem Drosselquerschnitt nehmen aber der Volumenstrom und die Druckdifferenz (p_A - p_{LS}) wieder ab (der anfängliche Zunahme entgegenwirkend), bis sich wiederum ein Kräftegleichgewicht einstellt.

[0007] In Fig. 1b ist die resultierende Kennlinie des 2-Wege-Stromregelventils 41, 42 schematisch dargestellt, in dem ein Volumenstrom Q (entlang der Abszisse in

willkürlichen Einheiten) gegen eine Druckdifferenz Δp (entspricht einer Druckdifferenz Pumpendruck - p_{LS}) (entlang der Ordinate in willkürlichen Einheiten) aufgetragen ist. Nach einem anfänglichen Ansteuerkurvenabschnitt AK zeigt die in Fig. 1b dargestellte Kennlinie einen Regelkurvenabschnitt RK mit einem vertikalen Verlauf, der die Unabhängigkeit des Volumenstroms von der Druckdifferenz Δp bei Einstellen eines Kräftegleichgewichts bedeutet, da der Volumenstrom im Regelkurvenabschnitt unabhängig von der Druckdifferenz Δp auf einen konstanten Wert Q_0 geregelt wird.

[0008] Ferner zeigt die DE 10 2012 220 863 A1 ein als 2-Wege-Stromregelventil ausgebildetes Senkbremsventil gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0009] Es ist wünschenswert, eine von der vorangehend beschriebenen lastunabhängigen Volumenstromregelung abweichende Volumenstromregelung bereitzustellen, die zur Verbesserung einer Variabilität von Hydraulikkreisen, abhängig vom konkreten Anwendungsfall, eine lastabhängige Volumenstromregelung erlaubt. Zum Beispiel kann es in einigen Anwendungen für ein "gutes Bediengefühl" durchaus erwünscht sein, den Volumenstrom lastabhängig zu regeln, um einem Benutzer ein "Belastungsgefühl" zu vermitteln.

[0010] Es besteht daher die Aufgabe, ein 2-Wege-Stromregelventil und eine Ventilanordnungen mit einem entsprechenden 2-Wege-Stromregelventilen bereitzustellen, wobei die Volumenstromregelung in den Betriebspunkten stabilisiert wird, speziell im Zusammenspiel mit anderen hydraulischen Reglern, und/oder eine genauere Volumenstromregelung im niedrigeren Druckdifferenzbereich ermöglicht wird.

[0011] Die vorangehenden Aufgaben und Probleme werden in einem ersten Aspekt der Erfindung durch ein druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil für Hydraulikanwendungen gelöst. Gemäß anschaulicher Ausführungsformen sind ein erstes Drucksignal über eine erste ausgangsseitige Anzapfung in Zu-Steuerrichtung des 2-Wege-Stromregelventils und ein zweites Drucksignal über eine LS-Druckmeldeleitung in Auf-Steuerrichtung an das 2-Wege-Stromregelventil anlegbar.

[0012] Ein das erste oder zweite Drucksignal verfälschendes Drucksignal wird über eine wenigstens über einen Teil des Regelhubs des 2-Wege-Stromregelventils wirksame zweite Anzapfung in Zu- oder Auf-Steuerrichtung an das 2-Wege-Stromregelventil angelegt.

[0013] Das erfindungsgemäße 2-Wege-Stromventil zeichnet sich dadurch aus, dass das verfälschende Drucksignal lediglich über einen Teil des Regelhubs des 2-Wege-Stromregelventils angelegt wird. Dadurch wird eine abschnittsweise Impfung der Kennlinie des 2-Wege-Stromregelventils erreicht, die in wenigstens einem bestimmten Abschnitt des Regelhubs wirksam ist.

[0014] Durch das verfälschende Drucksignal wird eine Impfung einer durch das 2-WegeStromregelventil bereitgestellten Kennlinie erreicht, so dass die Kennlinie des geimpften Stromregelventils im Regelkurvenabschnitt einen vom vertikalen Verlauf (vgl. Fig. 1b) abweichenden Verlauf aufweist und sich insbesondere der Volumenstrom druckabhängig einstellt. Die Impfung des 2-Wege-Stromregelventil führt zu einer Stabilisierung der Volumenstromregelung in einigen Betriebspunkten, was besonders vorteilhaft im Zusammenspiel mit anderen hydraulischen Reglern ist.

[0015] In einer vorteilhafteren Ausgestaltung hierin wird das verfälschende Drucksignal in dem das verfälschende Drucksignal abgreifenden Teil des Regelhubs über eine erste Düse oder eine erste Blende in Zu- oder Auf-Steuerrichtung an das 2-Wege-Stromregelventil angelegt. Durch die erste Düse oder erste Blende kann ein Maß an Impfung auf leichte Weise definiert werden.

[0016] In einer weiteren anschaulichen Ausführungsform der Erfindung umfasst das 2-Wege-Stromregelventil ferner eine zweite Düse oder eine zweite Blende, die mit der ersten Düse oder der ersten Blende in Reihe geschaltet ist, wobei das verfälschende Drucksignal über einen zwischen den Düsen oder Blenden angeordneten Steueranschluss an das 2-Wege-Stromregelventil angelegt wird. Durch die entsprechend gebildete Reihenschaltung aus zwei Blenden, zwei Düsen oder einer Blende und einer Düse, wird eine vorteilhafte Einstellung des Impfdrucks am 2-Wege-Stromregelventil erreicht.

[0017] In einer weiteren anschaulichen Ausführungsform der Erfindung ist die zweite Anzapfung am 2-Wege-Stromregelventil eingangsseitig angeordnet. Dies stellt eine konstruktiv einfache Weise zum Vorsehen der Druckimpfung dar.

[0018] In einer anschaulichen Ausgestaltung hierin wird das verfälschende Drucksignal in Auf-Steuerrichtung angelegt, so dass sich bei zunehmender Differenz zwischen dem ersten Drucksignal und dem zweiten Drucksignal ausgangsseitig am 2-Wege-Stromregelventil ein zunehmender Volumenstrom einregelt. Eine entsprechende Volumenstromregelung wirkt sich dämpfend auf im Hydrauliksystem auftretende Druckschwankungen aus.

[0019] In einer anderen anschaulichen Ausgestaltung hierin wird das verfälschende Drucksignal in Zu-Steuerrichtung angelegt, so dass sich bei zunehmender Differenz zwischen dem ersten Drucksignal und dem zweiten Drucksignal ausgangsseitig am 2-Wege-Stromregelventil ein abnehmender Volumenstrom einregelt. Dadurch lässt sich gegebenenfalls eine erwünschte Überkompensation erreichen. Hierdurch werden Instabilitäten im Hydrauliksystem an gewissen Betriebspunkten, die z.B. im Leistungsbegrenzungsbereich zu einer Leistungsbegrenzung der Pumpe führen, stabilisiert.

[0020] In einer weiteren anschaulichen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die zweite Anzapfung ausgangsseitig am 2-Wege-Stromregelventil angeordnet und das verfälschende Drucksignal wird in Auf-Steuerrichtung angelegt. Hierdurch lässt sich eine Energieoptimierung dahingehend erreichen, dass eine verhältnismäßig kleine Druckdifferenz ausreicht, um einen Volumenstrom auf einen konstanten Wert zu regeln, wodurch sich die Regelgüte verbessert und demgemäß eine ge-

nauere Volumenstromregelung schon bei kleinen Druckdifferenzen ermöglicht wird. Weiterhin ist ein Volumenstrom zu einer vorgegebenen Druckdifferenz höher als im Vergleich zu einem 2-Wege-Stromregelventil mit herkömmlicher Kennlinie.

[0021] In einer anschaulichen Ausgestaltung hierin weist der Regelhub einen Durchlassabschnitt und einen Sperrabschnitt auf, in dem am 2-Wege-Stromregelventil ausgangsseitig kein Volumenstrom auftritt, wobei das verfälschende Drucksignal im Durchlassabschnitt nur über einen Teil des Regelhubs an das 2-Wege-Stromregelventil angelegt wird. Dies erlaubt eine Impfung, die nur über einen Teilabschnitt des Regelhubs auftritt.

[0022] In einer weiteren anschaulichen Ausführungsform der Erfindung ist das 2-Wege-Stromregelventil derart konfiguriert, dass das verfälschende Drucksignal nur über einen Teil des Regelhubs gesperrt ist. Dadurch ist eine ungeimpfte Regelung in einem Regelbereich möglich. Hierbei wird eine druckunabhängige Volumenstromregelung über einen Teil des Regelhubs aufrechterhalten.

[0023] In einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Ventilanordnung für Hydraulikanwendungen bereitgestellt. In anschaulichen Ausführungsformen der Erfindung umfasst die Ventilanordnung einen Proportional-Wegeschieber zur Steuerung eines Hydroverbrauchers und ein 2-Wege-Stromregelventil gemäß dem vorangehend beschriebenen ersten Aspekt der Erfindung, wobei das 2-Wege-Stromregelventil ausgangsseitig mit dem Proportional-Wegeschieber verbunden ist.

[0024] In einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Ventilanordnung für Hydraulikanwendungen bereitgestellt. In anschaulichen Ausführungsformen der Erfindung umfasst die Ventilanordnung einen Proportional-Wegeschieber zur Steuerung eines Hydroverbrauchers und ein 2-Wege-Stromregelventil gemäß dem vorangehend beschriebenen ersten Aspekt der Erfindung, wobei das 2-Wege-Stromregelventil eingangsseitig mit dem Proportional-Wegeschieber verbunden ist.

[0025] In einer anschaulichen Ausführungsform des zweiten oder dritten Aspekts ist der Proportional-Wegeschieber zusammen mit dem 2-Wege-Stromregelventil in einen Ventilblock integriert. Dies stellt für Ventilanordnungen gemäß dem zweiten oder dritten Aspekt eine vorteilhafte kompakte Bauweise bereit.

[0026] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend mit Bezug auf die folgenden Figuren beschrieben, wobei:

Fig. 1a schematisch eine bekannte Ventilanordnung mit 2-Wege-Stromregelventilen;

Fig. 1b die Kernlinie eines bekannten Stromregelventils schematisch darstellt;

Fig. 2a schematisch eine Ventilanordnung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 2b schematisch eine Kennlinie eines Stromregelventils gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 2c einen Verlauf einer Durchflussquerschnittfläche des Stromregelventils entlang eines Regelhubs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt

Fig. 3a schematisch eine Ventilanordnung gemäß einer weiteren anschaulichen Ausführungsform der Erfindung darstellt;

Fig. 3b schematisch eine Kennlinie eines Stromregelventils gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 3c einen Verlauf einer Durchflussquerschnittfläche des Stromregelventils entlang eines Regelhubs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt

Fig. 4a schematisch eine Ventilanordnung gemäß einer anderen anschaulichen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 4b schematisch eine Kennlinie eines Stromregelventils und einen Verlauf einer Durchflussquerschnittfläche des Stromregelventils entlang eines Regelhubs gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt; und

Fig. 4c einen Verlauf einer Durchflussquerschnittfläche des Stromregelventils entlang eines Regelhubs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0027] Nachfolgend werden mit Bezug auf die beiliegenden Figuren verschiedene Aspekte und Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung in größerem Detail beschrieben.

[0028] Fig. 2a zeigt schematisch eine Ventilanordnung gemäß einer anschaulichen Ausführungsform der Erfindung. Die Ventilanordnung umfasst einen Ventilblock 110 und einen Anschlussblock 120, der mit dem Ventilblock 110 verbunden ist. Der Anschlussblock 120 weist ein Vorsteuerdruckregelventil 122 auf und kann mit einem Konstantpumpensystem (nicht dargestellt; vgl. Konstantpumpensystem in Fig. 1a) oder alternativ mit einem Regelpumpensystem (nicht dargestellt) verbunden sein.

[0029] Gemäß der in Fig. 2a dargestellten Ausführungsform kann der Ventilblock 110 einen Proportional-Wegeschieber 112 und ein in der Versorgungsleitung vor dem Proportional-Wegeschieber 112 angeordnetes 2-Wege-Stromregelventil 130 aufweisen. Der Proportional-Wegeschieber 112 ist z. B. mit zwei Lastanschlüssen A und B des Ventilblocks 110 verbunden, die mit einem Verbraucher (nicht dargestellt), wie etwa einem Hydrozylinder, verbunden sein können.

[0030] Das 2-Wege-Stromregelventil 130 weist ein Vorspannelement F, beispielsweise eine Feder, einen eingangsseitigen Versorgungsanschluss 132, einen ausgangsseitig Ausgangsanschluss 134, einen ersten Steueranschluss 136, der mit einer ersten Anzapfung des 2-Wege-Stromregelventils 130, die am 2-Wege-Stromregelventil 130 ausgangsseitig angeordnet ist, ver-

bunden ist, und einen zweiten Steueranschluss 138 auf, der mit einer LS-Druckleitung 114 verbunden ist. Der erste Steueranschluss 136 ist mit der ersten Anzapfung des 2-Wege-Stromregelventils 130 verbunden, so dass ein durch die erste Anzapfung abgegriffenes Drucksignal über den ersten Steueranschluss 136 derart auf das 2-Wege-Stromregelventil 130 einwirkt, dass das Drucksignal einer vom Vorspannelement F erzeugten Vorspannung entgegenwirkt. Ein durch die LS-Leitung 114 über den zweiten Druckanschluss 138 an das 2-WegeStromregelventil 130 angelegtes Drucksignal unterstützt hingegen die von dem Vorspannelement F erzeugte Vorspannung.

[0031] In der in Fig. 2a dargestellten anschaulichen Ausführungsform weist das 2-WegeStromregelventil 130 weiterhin eine eingangsseitig angeordnete zweite Anzapfung auf, mittels der ein Drucksignal in der Versorgungsleitung vor dem 2-Wege-Stromregelventil 130 abgegriffen wird, wobei das Drucksignal in dem in Fig. 2a dargestellten Ventilzustand über eine Düse D1, oder alternativ eine Blende, dem ersten Steueranschluss 136 zugeführt wird. Hierbei ist die Düse D1 wenigstens über einen Teilbereich des Regelhubs des 2-Wege-Stromregelventils mit der ersten Anzapfung und/oder dem ersten Steueranschluss 136 verbunden.

[0032] Gemäß der in Fig. 2a dargestellten Ausführungsform wird das 2-Wege-Stromregelventil 130 daher durch das Vorspannelement F und ein am zweiten Steueranschluss 138 anliegendes Druckmittel in Auf-Steuerrichtung vorgespannt, während Drucksignale, die über die erste und zweite Anzapfung dem ersten Steueranschluss 136 zugeführt werden, in Zu-Steuerrichtung wirken. Die erste Anzapfung ist mit dem ersten Steueranschluss 136 über eine zweite Düse D2 unabhängig von der Ventilstellung des 2-Wege-Stromregelventils verbunden. Befindet sich das 2-Wege-Stromregelventil 130 in der in Fig. 2a dargestellten Schaltstellung, wird ein Drucksignal p_P am eingangsseitigen Versorgungsanschluss 132 abgegriffen. In Abhängigkeit von den Düsen D1 und D2 kann nun eine Impfung des 2-Wege-Stromregelventil 130 durch das Drucksignal p_P derart erfolgen, dass das am ersten Steueranschluss 136 anliegende Drucksignal durch das Drucksignal p_P bestimmt wird, wie weiter unten hinsichtlich Fig. 3a in größerem Detail beschrieben wird.

[0033] Im Allgemeinen bezeichnet eine Auf-Steuerrichtung eine Steuerrichtung des 2-Wege-Stromregelventils, entlang der das 2-Wege-Stromregelventil geöffnet wird. Im Gegensatz dazu ist unter einer Zu-Steuerrichtung eine Steuerrichtung des 2-Wege-Stromregelventils zu verstehen, entlang der das 2-Wege-Stromregelventil geschlossen wird.

[0034] Unter der Annahme, dass Querschnittflächen von Regelkolben (nicht dargestellt) im 2-Wege-Stromregelventil 130 am ersten Steueranschluss 136 und am zweiten Steueranschluss 138 gleich sind (die Querschnittflächen sollen im Folgenden mit A_K bezeichnet sein), gilt im Kräftegleichgewicht für das 2-Wege-Stromregelventil 130: $(p_P - p_{LS}) = F_F/A_K$, wobei der Druck p_{LS} ein von der LS-Leitung 114 gemeldetes Drucksignal bezeichnet und das Drucksignal p_P durch die von den ersten und zweiten Anzapfungen gemeldeten Drucksignale abhängig von den Parametern der Düsen D1, D2 gebildet wird (die Federkraft ist mit F_F bezeichnet; im Allgemeinen setzt sich die Federkraft aus einer Federvorspannung F_{FV} und, bei gegebener Federkonstanten c_{Feder}, der aus einem Hub Δx der Feder resultierenden Kraft $F_{Hook} = c_{Feder} * \Delta x$ zusammen: $F_F = F_{FV} + F_{Hook}$). Sinkt nun der Lastdruck nach dem Proportional-Wegeschieber 112, so nimmt auch der Volumenstrom durch das 2-Wege-Stromregelventil 130 ab. Dies bedeutet, dass auch die Druckdifferenz $(p_P - p_{LS})$ abnimmt und folglich der Druck p_{LS} etwas zunimmt bzw. der Druck p_P etwas abnimmt. Das 2-Wege-Stromregelventil 130 stellt somit eine druckgesteuerte Druckwaage dar, wobei ein verfälschendes Drucksignal durch die zweite Anzapfung wenigstens über einen Teilabschnitt des Hubwegs in Zu-Steuerrichtung bzw. an den ersten Steueranschluss 136 angelegt wird.

[0035] In der obigen Betrachtung (wie auch an entsprechender Stelle in der Beschreibung zu Fig. 3a unten) geht eine am Regelkolben schließend wirkende Strömungskraft $F_{Strömung}$ hervorgerufen durch die am Regelkolben auftretende Druckdifferenz und den Volumenstrom nicht ein. Die Strömungskraft $F_{Strömung}$ steigt mit zunehmendem Volumenstrom bis zu einem Maximalwert linear an und fällt ab dem Maximalwert hyperbelförmig ab, so dass die Strömungskraft $F_{Strömung}$ unter Umständen einen erheblichen Anteil am Kräftegleichgewicht ausmachen kann und dann nicht mehr ohne tolerierbare Fehler zu vernachlässigen wäre. Unter Berücksichtigung von $F_{Strömung}$ folgt aus dem Kräftegleichgewicht: $(p_P - p_{LS}) + F_{Strömung}/A_K = F_F/A_K$.

[0036] Im dargestellten Ventilzustand würde eine Regelung des 2-Wege-Stromregelventils ohne die zweite Anzapfung, durch die ein verfälschendes Drucksignal zusätzlich zu dem von der ersten Anzapfung abgegriffenen Drucksignal in Zu-Steuerrichtung auf das 2-Wege-Stromregelventil 130 einwirkt, in Auf-Steuerrichtung derart erfolgen, dass mehr Volumenstrom durchgelassen würde und sich die Druckdifferenz im Kräftegleichgewicht auf einen konstanten Wert einregelt. Aufgrund des verfälschenden Drucksignals, das durch die zweite Anzapfung jedoch in Zu-Steuerrichtung auf das 2-Wege-Stromregelventil 130 einwirkt, erfolgt eine Regelung des Steuerkolbens in Zu-Steuerrichtung, da das verfälschende Drucksignal, das durch die zweite Anzapfung abgegriffen wird, im Falle einer Druckminderung aufgrund eines abfallenden Volumenstroms bzw. eines Druckanstiegs im Lastkreis, der durch die LS-Leitung 114 gemeldet wird, das dem LS-Drucksignal entgegenwirkt. Dementsprechend wird der Regelkolben entlang der Zu-Steuerrichtung ausgelenkt und der Volumenstrom sinkt gegenüber dem Fall ohne verfälschendes Drucksignal ab, wird also insbesondere nicht auf einen konstanten Wert geregelt.

[0037] Die sich ergebende Kennlinie für das 2-Wege-Stromregelventil 130 aus Fig. 2a, in der die Differenz (Pumpendruck - p_{LS}) gegen den Volumenstrom aufgetragen ist, ist in Fig. 2b schematisch dargestellt, wobei der vertikale Kennlinienverlauf herkömmlicher 2-Wege-Stromregelventile (vgl. Fig. 1b) als gestrichelte Linie angedeutet ist. Ersichtlichermaßen ist die Kennlinie des 2-Wege-Stromregelventils 130 gemäß der in Fig. 2a dargestellten anschaulichen Ausführungsform gegenüber dem vertikalen Verlauf herkömmlicher Kennlinien nach links geneigt.

[0038] In Fig. 2c ist ein Verlauf einer Durchflussquerschnittfläche des Stromregelventils entlang eines Regelhubs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schematisch darstellt. Insbesondere ist der Verlauf der Durchflussquerschnittfläche an der Regelkante durch das 2-Wege-Stromregelventil 130 (vgl. Kurve 1) und an der Düse D1 (vgl. Kurve 2) entlang eines Hubs H1 des Regelkolbens schematisch gezeigt. Gemäß der Dargestellten Ausführungsform ist der Verlauf der Durchflussquerschnittfläche der Düse D1 über einen Teilabschnitt des Hubs H1 konstant ist und geht dann gegen Null.

[0039] Fig. 3a zeigt schematisch eine Ventilanordnung gemäß weiterer anschaulicher Ausführungsformen der Erfindung. Die Ventilanordnung umfasst einen Ventilblock 210 und einen Anschlussblock 220, der mit dem Ventilblock 210 verbunden ist. Der Anschlussblock 220 weist ein Vorsteuerdruckregelventil 222 auf und kann mit einem Konstantpumpensystem (nicht dargestellt; vgl. Konstantpumpensystem in Fig. 1a) oder alternativ mit einem Regelpumpensystem (nicht dargestellt) verbunden sein.

[0040] Gemäß der Darstellung in Fig. 3a umfasst der Ventilblock 210 einen Proportional-Wegeschieber 212 und ein in der Versorgungsleitung vor dem Proportional-Wegeschieber 212 angeordnetes 2-Wege-Stromregelventil 230. Der Proportional-Wegeschieber 112 ist z.B. mit zwei Lastanschlüssen A und B des Ventilblocks 210 verbunden, die mit einem Verbraucher (nicht dargestellt), wie etwa einem Hydrozylinder, verbunden sein können.

[0041] Das 2-Wege-Stromregelventil 230 weist ein Vorspannelement F, einen eingangsseitig angeordneten ersten Versorgungsanschluss 232, einen ausgangsseitig angeordneten Ausgangsanschluss 234, einen ersten Steueranschluss 236, der mit einer ersten Anzapfung des 2-Wege-Stromregelventils 230, die am 2-Wege-Stromregelventil 230 ausgangsseitig angeordnet ist, verbunden ist, und einen zweiten Steueranschluss 238 auf, der mit einer LS-Druckleitung 214 verbunden ist. Der erste Steueranschluss 236 ist mit der ersten Anzapfung des 2-Wege-Stromregelventils 230 verbunden, so dass ein durch die erste Anzapfung abgegriffenes Drucksignal über den ersten Steueranschluss 236 derart auf das 2-Wege-Stromregelventil 230 einwirkt, dass das von der ersten Anzapfung gemeldete Drucksignal einer vom Vorspannelement F, z.B. eine Feder, erzeugten Vorspannung entgegenwirkt. Ein durch die LS-Leitung 214 über den zweiten Druckanschluss 238 an das 2-Wege-Stromregelventil 230 angelegtes Drucksignal unterstützt hingegen die vom Vorspannelement F erzeugte Vorspannung.

[0042] In der in Fig. 3a dargestellten anschaulichen Ausführungsform weist das 2-Wege-Stromregelventil 230 weiterhin eine eingangsseitig angeordnete zweite Anzapfung auf, mittels der ein Drucksignal in der Versorgungsleitung vor dem 2-Wege-Stromregelventil 230 abgegriffen wird, wobei das Drucksignal in dem in Fig. 3a dargestellten Ventilzustand über eine Düse D3, oder alternativ eine Blende, dem zweiten Steueranschluss 238 zugeführt wird. Hierbei ist die Düse D3 wenigstens über einen Teilbereich des Regelhubs des 2-Wege-Stromregelventils mit der ersten Anzapfung und/oder dem zweiten Steueranschluss 238 verbunden.

[0043] Gemäß der in Fig. 3a dargestellten Ausführungsform wird das 2-Wege-Stromregelventil 230 daher durch das Vorspannelement F und ein am zweiten Steueranschluss 238 anliegendes Druckmittel in Auf-Steuerrichtung vorgespannt, während von der ersten Anzapfung dem ersten Steueranschluss 236 gemeldete Drucksignale in Zu-Steuerrichtung wirken.

[0044] Ähnlich zu der in Fig. 2a dargestellten Ausführungsform gilt für das 2-Wege-Stromregelventil 230, unter der Annahme, dass Querschnittflächen von Regelkolben (nicht dargestellt) im 2-Wege-Stromregelventil 130 am ersten Steueranschluss 136 und am zweiten Steueranschluss 138 gleich sind (sollen im Folgenden mit A_K bezeichnet sein), für das Kräftegleichgewicht: $(p_B - p_A) = F_F/A_K$, wobei der Druck p_A bezeichnet den Druck, der bei aktiver Impfung des 2-Wege-Stromregelventils 230 zwischen der Düse D3 und einer damit in Reihe geschalteten Düse D4 wirkt und von der zweiten Anzapfung dem zweiten Steueranschluss 238 als verfälschendes Drucksignal gemeldet wird. Der Druck p_B stellt das von den ersten Anzapfungen gemeldete Drucksignal dar (F_F bezeichnet die Federkraft, wie hinsichtlich Fig. 2a oben erläutert ist). Es wird ferner ein Lastdrucksignal p_{LS} je nach Schaltstellung des Proportional-Wegeschiebers 212 am Punkt M1 bzw. M2 abgegriffen. Wenn die Impfung des 2-Wege-Stromregelventils 230 aktiv ist, wirkt p_{LS} zwischen den Verbraucheranschlüssen und der Düse D4, ansonsten bis zum Steueranschluss 238 im Falle von inaktiver Impfung. Wie weiter unten erläutert wird, wird das Verhältnis zwischen p_{LS} und p_A durch die Düsen D3 und D4 vorgegeben.

[0045] Sinkt nun der Lastdruck nach dem Proportional-Wegeschieber 212, nimmt der Volumenstrom durch das 2-Wege-Stromregelventil 230 ab. Mit Abnehmendem Lastdruck nimmt die Druckdifferenz $(p_B - p_A)$ ab, d.h. der Druck p_A nimmt etwas zu bzw. der Druck p_B nimmt etwas ab. Durch das zusätzlich in Auf-Steuerrichtung wirkende verfälschende Drucksignal p_A wird das Kräftegleichgewicht gegenüber der in Fig. 1a dargestellten bekannten Druckwaage in Auf-Steuerrichtung verschoben, so dass das 2-Wege-Stromregelventil 230 weiter geöffnet wird und somit mehr Volumenstrom durch das 2-Wege-

Stromregelventil 230 durchtritt. Das 2-Wege-Stromregelventil 230 stellt demnach eine druckgesteuerte Druckwaage dar, wobei durch die zweite Anzapfung ein verfälschendes Drucksignal wenigstens über einen Teilabschnitt des Hubwegs in Auf-Steuerrichtung bzw. an den zweiten Steueranschluss 238 angelegt wird, insbesondere wird der Volumenstrom nicht auf einen konstanten Wert geregelt.

[0046] Hinsichtlich einer Einstellung des Drucksignals p_A kann dies gemäß beispielhafter Ausgestaltungen durch die Düse D3 und der damit in Reihe geschalteten Düse D4 eingestellt werden. Allgemein ergibt sich bei in Reihe geschalteten Düsen bzw. einer Düsenkette (der Volumenstrom ist bei in Reihe geschalteten Düsen konstant) wenigstens näherungsweise, dass für ein Verhältnis von aus einem Druck vor der ersten Düse (hier D3; der Druck vor der Düse D3 sei mit p_{D3} bezeichnet) in der Reihe bzw. Kette zu einem Druck zwischen der ersten und zweiten Düse (hier D4; der Druck vor der Düse D4 sei mit p_{D4} bezeichnet) gilt: $p_{D3}/p_{D4} = (d_{D4}/d_{D3})^4 + 1$, wobei d_{D4}/d_{D3} den Durchmesser der Düse D3/D4 bezeichnet. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass entsprechendes für die Düsen D1 und D2 in Fig. 2a oben gilt.

[0047] Im dargestellten Ventilzustand würde eine Regelung des 2-Wege-Stromregelventils 230 ohne die zweite Anzapfung, durch die ein verfälschendes Drucksignal zusätzlich zu dem von der ersten Anzapfung abgegriffenen Drucksignal in Zu-Steuerrichtung auf das 2-Wege-Stromregelventil 230 einwirkt, in Auf-Steuerrichtung derart erfolgen, dass (im Vergleich zu der in Fig. 3a dargestellten Ausführungsform) weniger Volumenstrom durchgelassen würde und sich die Druckdifferenz im Kräftegleichgewicht auf einen (vergleichsweise) geringeren konstanten Wert regelt. Aufgrund des verfälschenden Drucksignals, das durch die zweite Anzapfung jedoch in Auf-Steuerrichtung auf das 2-Wege-Stromregelventil 230 einwirkt, erfolgt eine Regelung des Steuerkolbens in Auf-Steuerrichtung, da das verfälschende Drucksignal, das durch die zweite Anzapfung abgegriffen wird, im Falle einer Druckminderung aufgrund eines abfallenden Volumenstroms bzw. eines Druckanstiegs im Lastkreis, der durch die LS-Leitung 114 gemeldet wird, das LS-Drucksignal verstärkt. Dementsprechend wird der Regelkolben entlang der Auf-Steuerrichtung weiter ausgelenkt und der Volumenstrom steigt gegenüber dem Fall ohne verfälschendes Drucksignal weiter an.

[0048] Die sich ergebende Kennlinie für das 2-Wege-Stromregelventil 230 aus Fig. 3a, in der die Differenz (Pumpendruck - p_{LS}) gegen den Volumenstrom aufgetragen ist, ist in Fig. 3b schematisch dargestellt, wobei der vertikale Kennlinienverlauf herkömmlicher 2-Wege-Stromregelventile (vgl. Fig. 1b) als gestrichelte Linie angedeutet ist. Ersichtlichermaßen ist die Kennlinie des 2-Wege-Stromregelventils 230 gemäß der in Fig. 3a dargestellten anschaulichen Ausführungsform gegenüber dem vertikalen Verlauf herkömmlicher Kennlinien nach rechts geneigt.

[0049] In Fig. 3c ist ein Verlauf einer Durchflussquerschnittfläche des Stromregelventils entlang eines Regelhubs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schematisch darstellt. Insbesondere ist der Verlauf der Durchflussquerschnittfläche an der Regelkante durch das 2-Wege-Stromregelventil 230 (vgl. Kurve 3) und an der Düse D3 (vgl. Kurve 4) entlang eines Hubs H2 des Regelkolbens schematisch gezeigt. Gemäß der dargestellten Ausführungsform ist die Durchlassquerschnittfläche der Düse D3 über einen Teilabschnitt des Hubs H2 konstant und geht dann gegen Null.

[0050] Durch die hinsichtlich der Figuren 3a bis 3c beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen lässt sich zum Beispiel ein Übergang von einem Unterversorgungszustand des 2-Wege-Stromregelventils 230 zu einem ausreichenden Versorgungszustand des 2-Wege-Stromregelventils 230 ohne plötzlichen Druckschlag gestalten, da sich aufgrund des verfälschenden Drucksignals ein proportionaler Angleich zwischen einer am 2-Wege-Stromregelventil 230 auftretenden Druckdifferenz und eines durch das Ventil strömenden Volumenstroms ergibt. Demgegenüber tritt in Ventilen mit einem vertikalen Kennlinienverlauf am Übergang ein plötzlicher Druckschlag auf.

[0051] Fig. 4a zeigt eine Ventilanordnung gemäß weiterer anschaulicher Ausführungsformen der Erfindung. Hierbei ist schematisch eine Ventilanordnung dargestellt, die einen Ventilblock 310 und einen Anschlussblock 320 umfasst, der mit dem Ventilblock 310 verbunden ist. Der Anschlussblock 320 weist ein Vorsteuerdruckregelventil 322 auf und kann mit einem Konstantpumpensystem (nicht dargestellt; vgl. Konstantpumpensystem in Fig. 1a) oder alternativ mit einem Regelpumpensystem (nicht dargestellt) verbunden sein. Der Ventilblock 310 umfasst weiter einen Proportional-Wegeschieber 312 und ein in der Versorgungsleitung vor dem Proportional-Wegeschieber 312 angeordnetes 2/3-Wege-Stromregelventil 330. Der Proportional-Wegeschieber 312 ist z.B. mit zwei Lastanschlüssen A und B des Ventilblocks 310 verbunden, die mit einem Verbraucher (nicht dargestellt), wie etwa einem Hydrozylinder, verbunden sind.

[0052] Das 2/3-Wege-Stromregelventil 330 weist gemäß der in Fig. 4a dargestellten Ausführungsform ein Vorspannelement F, einen eingangsseitig angeordneten ersten Versorgungsanschluss 332, einen ausgangsseitig angeordneten Ausgangsanschluss 334, einen ersten Steueranschluss 336, der mit einer ersten Anzapfung des 2/3-Wege-Stromregelventils 330, die am 2/3-Wege-Stromregelventil 330 ausgangsseitig angeordnet ist, verbunden ist, und einen zweiten Steueranschluss 338 auf, der mit einer LS-Druckleitung 314 verbunden ist. Der erste Steueranschluss 336 ist mit der ersten Anzapfung des 2/3-Wege-Stromregelventils 330 verbunden, so dass ein durch die erste Anzapfung abgegriffenes Drucksignal über den ersten Steueranschluss 336 derart auf das 2/3-Wege-Stromregelventil 330 einwirkt, dass das von der ersten Anzapfung gemeldete Drucksignal einer von ei-

nem Vorspannelement F, z.B. einer Feder, erzeugten Vorspannung entgegenwirkt. Ein durch die LS-Leitung 314 über den zweiten Druckanschluss 338 an das 2/3-Wege-Stromregelventil 330 angelegtes Drucksignal unterstützt hingegen die vom Vorspannelement F erzeugte Vorspannung.

[0053] Das in Fig. 4a dargestellte 2/3-Wege-Stromregelventil 330 weist ferner eine ausgangsseitig angeordnete zweite Anzapfung auf, so dass ein ausgangsseitig abgegriffenes verfälschendes Drucksignal dem zweiten Steueranschluss 338 über eine Düse D5 zugeführt wird. Gemäß alternativer Ausgestaltungen der in Fig. 4a dargestellten Ventilanordnung kann die zweite Anzapfung eingangsseitig vorgesehen sein, um dem zweiten Steueranschluss 338 ein eingangsseitig abgegriffenes verfälschendes Drucksignal über die Düse D5 zuzuführen. Der über die Düse D5 gemeldete Druck kann z.B. über eine Düsenkette mit einer Düse D6 eingestellt werden, wie weiter oben beschrieben wurde. Durch die zweite Anzapfung wird dem zweiten Steueranschluss 338 zusätzlich zum am zweiten Steueranschluss 338 gemeldeten LS-Drucksignal ein verfälschendes Drucksignal zugeführt, das über die zweite Anzapfung zur Unterstützung der Vorspannung in Auf-Steuerrichtung an das 2/3-Wege-Stromregelventil angelegt wird. Dies gilt in einem in Fig. 4a dargestellten Ventilzustand a.

[0054] In einem Ventilzustand b, der einer Auslenkung des 2/3-Wege-Stromregelventils 330 aus dem Ventilzustand a in Zu-Steuerrichtung heraus entspricht, ist eine Verbindung zwischen der zweiten Anzapfung und dem zweiten Steueranschluss 338 getrennt, während ein Durchlass (bzw. ein Öffnungsquerschnitt, nicht dargestellt) zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite des 2/3-Wege-Stromregelventils aufrechterhalten wird.

[0055] In einem Ventilzustand c, der eine weiteren Auslenkung des 2/3-Wege-Stromregelventils 330 aus dem Ventilzustand b in Zu-Steuerrichtung heraus entspricht, ist das Ventil sowohl in Durchlaufrichtung als auch in einer Verbindung zwischen der zweiten Anzapfung und dem zweiten Steueranschluss 338 geschlossen. Gemäß einigen anschaulichen Beispielen kann das 2/3-Wege-Stromregelventil im Ventilzustand c vollständig in Zu-Steuerrichtung ausgelenkt sein.

[0056] Gemäß der dargestellten Ausführungsform wird das an der zweiten Anzapfung abgegriffene verfälschende Drucksignal lediglich über einen Teilbereich des Regelhubs in Auf-Steuerrichtung am zweiten Steueranschluss 338 gemeldet. Folglich erfolgt ein "Impfen" des 2/3-Wege-Stromregelventils 330 lediglich über einen Teilbereich des Regelhubs. Es wird damit eine bessere Ausnutzung der Eckleistung im Bereich kleiner Druckdifferenzen bzw. kleiner Volumenströme erreicht und das in Fig. 4a dargestellte 2/3-Wege-Stromregelventil 330 erreicht eine verhältnismäßig geringere Druckdifferenz bei gleicher Menge gegenüber herkömmlichen 2-Wege-Stromregelventilen. Ferner kann eine Volumenstromregelung im Bereich niedriger Druckdifferenzen genauer erfolgen.

[0057] Fig. 4b stellt schematisch den Verlauf einer Kennlinie des in Fig. 4a dargestellten 2/3-Wege-Stromregelventils 330 dar, wobei ein Kennlinienverlauf herkömmlicher 2-Wege-Stromregelventile (vgl. z. B. 130 in Fig. 1a) zum Vergleich mit gestrichelter Linie angedeutet ist. Es ist aus Fig. 4b ersichtlich, dass im 2/3-Wege-Stromregelventil 330 gemäß der Darstellung in Fig. 4a ein schnellerer Eintritt in den Regelkurvenabschnitt (vgl. RK in Fig. 1b) erfolgt, insbesondere befindet sich das 2/3-Wege-Stromregelventil 330 gemäß der in Fig. 4a dargestellten Ausführungsform gegenüber herkömmlichen 2-Wege-Stromregelventilen schon bei kleineren Druckdifferenzen im Ausregelbereich, wie in Fig. 4b anhand der Markierung d angedeutet ist.

[0058] Fig. 4c zeigt schematisch einen Verlauf der Durchflussquerschnittfläche zwischen Regelkanten im 2/3-Wege-Stromregelventil aus Fig. 4a entlang eines Regelhubs H3 des 2/3-Wege-Stromregelventils 330 (vgl. Fig. 4a). Der in Fig. 4c mit Kurve 5 bezeichnete Kurvenverlauf zeigt daher die Durchflussquerschnittfläche zwischen dem eingangsseitigen und dem ausgangsseitigen Anschlüssen, wohingegen der mit Kurve 6 bezeichnete Kurvenverlauf den Verlauf der Durchflussquerschnittfläche der Düse D5 entlang des Regelkolbenhubs H3 darstellt. Es ist ersichtlich, dass die Düse D5 lediglich über einen Teilabschnitt des Regelhubs geöffnet ist, insbesondere entlang eines Teilabschnitts T1, der kleiner ist als ein Teilabschnitt T2, entlang welchem das 2/3-Wege-Stromregelventil 330 (vgl. Fig. 4a) in Durchlassrichtung geöffnet ist. Gemäß beispielhafter Ausgestaltungen gilt: $T1 < T2 \leq H3$.

[0059] In den vorangehend anhand der Figuren beschriebenen Ausführungsformen ist von einem Proportional-Wegeschieber und einem Verbraucher die Rede. Dies stellt keine Beschränkung der vorliegenden Erfindung dar. Statt einem Verbraucher und einem Proportional-Wegeschieber können in Analogie zu der Darstellung in Fig. 1a zwei Proportional-Wegeschieber und zwei Verbraucher oder sogar mehr als zwei Proportional-Wegeschieber und mehr als zwei Verbraucher vorgesehen sein, wobei vor mindestens einem Proportional-Wegeschieber eine Druckwaage mit geimpfter Kennlinie bereitgestellt sein kann.

Patentansprüche

1. Druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) für Hydraulikanwendungen, wobei ein erstes Drucksignal in Zu-Steuerrichtung des 2-Wege-Stromregelventils (130; 230; 330) über eine erste ausgangsseitige Anzapfung und ein zweites Drucksignal in Auf-Steuerrichtung über eine LS-Druckmeldeleitung (114; 214; 314) an das 2- Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) anlegbar sind, und wobei ein das erste oder zweite Drucksignal verfälschendes Drucksignal über eine wenigstens über einen

Teil des Regelhubs des 2-Wege-Stromregelventils (130; 230; 330) wirksame zweite Anzapfung in Zu- oder Auf-Steuerrichtung an das 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) angelegt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
das verfälschende Drucksignal lediglich über einen Teil des Regelhubs (H1; H2; H3) des 2-Wege-Stromregelventils (130; 230; 330) angelegt wird.

2. Druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) nach Anspruch 1, wobei das verfälschende Drucksignal in dem das verfälschende Drucksignal abgreifenden Teil des Regelhubs (H1; H2; H3) über eine erste Düse (D1; D3; D5) oder eine erste Blende in Zu- oder Auf-Steuerrichtung an das 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) angelegt wird.

3. Druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) nach Anspruch 2, ferner eine zweite Düse (D2; D4; D6) oder eine zweite Blende umfassend, die mit der ersten Düse (D1; D3; D5) oder der ersten Blende in Reihe geschaltet ist, wobei das verfälschende Drucksignal über einen zwischen den Düsen (D1, D2; D3, D4; D5, D6) oder Blenden angeordneten Steueranschluss (136, 236, 336) an das 2-Wege-Stromregelventil angelegt wird.

4. Druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil (130; 230) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die zweite Anzapfung am 2-Wege-Stromregelventil (130; 230) eingangsseitig angeordnet ist.

5. Druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil (230) nach Anspruch 4, wobei das verfälschende Drucksignal in Auf-Steuerrichtung angelegt wird, so dass sich bei zunehmender Differenz zwischen dem ersten Drucksignal und dem zweiten Drucksignal ausgangsseitig am 2-Wege-Stromregelventil (230) ein zunehmender Volumenstrom einregelt.

6. Druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil (330) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die zweite Anzapfung am 2-Wege-Stromregelventil (330) ausgangsseitig angeordnet ist und das verfälschende Drucksignal in Auf-Steuerrichtung angelegt wird.

7. Druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil (330) nach Anspruch 6, wobei der Regelhub (H3) einen Durchlassabschnitt und einen Sperrabschnitt aufweist, in dem am 2- Wege-Stromregelventil (330) ausgangsseitig kein Volumenstrom auftritt, wobei das verfälschende Drucksignal im Durchlassabschnitt über einen Teil (T1) des Regelhubs (H3) an das 2-Wege-Stromregelventil (330) angelegt wird.

8. Druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil (130) nach Anspruch 4, wobei das verfälschende Drucksignal in Zu-Steuerrichtung angelegt wird, so dass sich bei zunehmender Differenz zwischen dem ersten Drucksignal und dem zweiten Drucksignal ausgangsseitig am 2-Wege-Stromregelventil (130) ein abnehmender Volumenstrom einregelt.

9. Druckgesteuertes 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das 2-Wege-Stromregelventil derart konfiguriert ist, dass das verfälschende Drucksignal über einen Teil des Regelhubs gesperrt ist.

10. Ventilanordnung für Hydraulikanwendungen mit einem Proportional-Wegeschieber (112; 212; 312) zur Steuerung eines Hydroverbrauchers und einem 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) ausgangsseitig mit dem Proportional-Wegeschieber (112; 212; 312) verbunden ist.

11. Ventilanordnung für Hydraulikanwendungen mit einem Proportional-Wegeschieber (112; 212; 312) zur Steuerung eines Hydroverbrauchers und einem 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) eingangsseitig mit dem Proportional-Wegeschieber (112; 212; 312) verbunden ist.

12. Ventilanordnung nach Anspruch 10 oder 11, wobei der Proportional-Wegeschieber (112; 212; 312) zusammen mit dem 2-Wege-Stromregelventil (130; 230; 330) in einen Ventilblock (110; 210; 310) integriert ist.

Claims

1. Pressure-controlled 2-way flow control valve (130; 230; 330) for hydraulic applications, wherein a first pressure signal in the closing control direction of the 2-way flow control valve (130; 230; 330) is applicable to the 2-way flow control valve (130; 230; 330) via a first tapping on the output side and a second pressure signal in the opening control direction is applicable to the 2-way flow control valve (130; 230; 330) via an LS pressure signal line (114; 214; 314), and wherein a pressure signal falsifying the first or second pressure signal is applied to the 2-way flow control valve (130; 230; 330) in the closing or opening control direction via a second tapping effective over at least a part of the control stroke of the 2-way flow control valve (130; 230; 330),
characterised in that
the falsifying pressure signal is applied only over a part of the control stroke (H1; H2; H3) of the 2-way flow control valve (130; 230; 330).

2. Pressure-controlled 2-way flow control valve (130; 230; 330) according to claim 1, wherein the falsifying pressure signal is applied to the 2-way flow control valve (130; 230; 330) in the part of the control stroke (H1; H2; H3) tapping off the falsifying pressure signal via a first nozzle (D1; D3; D5) or a first orifice in the closed or opening control direction.

3. Pressure-controlled 2-way flow control valve (130; 230; 330) according to claim 2 further comprising a second nozzle (D2; D4; D6) or a second orifice connected in series with the first nozzle (D1; D3; D5) or the first orifice, wherein the falsifying pressure signal is applied to the 2-way flow control valve via a control port (136, 236, 336) disposed between the nozzles (D1, D2; D3, D4; D5, D6) or orifices.

4. Pressure-controlled 2-way flow control valve (130; 230) according to any one of claims 1 to 3, wherein the second tapping is disposed on the input side of the 2-way flow control valve (130; 230).

5. Pressure-controlled 2-way flow control valve (230) according to claim 4, wherein the falsifying pressure signal is applied in the opening control direction so that, as difference between the first pressure signal and the second pressure signal increases, an increasing volume flow is regulated on the output side of the 2-way flow control valve (230).

6. Pressure-controlled 2-way flow control valve (330) according to any one of claims 1 to 3, wherein the second tapping is arranged on the output side of the 2-way flow control valve (330) and the falsifying pressure signal is applied in the opening control direction.

7. Pressure-controlled 2-way flow control valve (330) according to claim 6, wherein the control stroke (H3) has a passage section and a blocking section in which no volume flow occurs at the output side of the 2-way flow control valve (330), wherein the falsifying pressure signal is applied to the 2-way flow control valve (330) in the passage section via a part (T1) of the control stroke (H3).

8. Pressure-controlled 2-way flow control valve (130) according to claim 4, wherein the falsifying pressure signal is applied in the closing control direction so that, as the difference between the first pressure signal and the second pressure signal increases, a decreasing volume flow is regulated on the output side of the 2-way flow control valve (130).

9. Pressure-controlled 2-way flow control valve (130; 230; 330) according to any one of claims 1 to 8, wherein the 2-way flow control valve is configured such that the falsifying pressure signal is blocked over a portion of the control stroke.

10. Valve arrangement for hydraulic applications with a proportional directional spool valve (112; 212; 312) for controlling a hydraulic consumer and with a 2-way flow control valve (130; 230; 330) according to any one of claims 1 to 9, wherein the 2-way flow control valve (130; 230; 330) is connected on the output side to the proportional directional spool valve (112; 212; 312).

11. Valve arrangement for hydraulic applications with a proportional directional spool valve (112; 212; 312) for controlling a hydraulic consumer and with a 2-way flow control valve (130; 230; 330) according to any one of claims 1 to 9, wherein the 2-way flow control valve (130; 230; 330) is connected on the input side to the proportional directional spool valve (112; 212; 312).

12. Valve arrangement according to claim 10 or 11, wherein the proportional directional spool valve (112; 212; 312) together with the 2-way flow control valve (130; 230; 330) is integrated into a valve block (110; 210; 310).

Revendications

1. Valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies et commandée par pression pour des applications hydrauliques, dans laquelle un premier signal de pression est apte à être appliqué à ladite valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies dans la direction de fermeture de ladite valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies via une première prise côté sortie et un second signal de pression est apte à être appliqué dans la direction d'ouverture via un conduit LS de détection de pression (114 ; 214 ; 314), et
un signal de pression altérant ledit premier ou ledit second signal de pression étant destiné à être appliqué à ladite valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies dans la direction de fermeture ou la direction d'ouverture via une seconde prise qui est effective sur au moins une partie de la course de régulation de ladite valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies,
caractérisée en ce que
le signal de pression altérant étant destiné à être appliqué seulement sur une partie de la course de régulation (H1; H2; H3) de ladite valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies.

2. Valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies et commandée par pression selon la revendication 1, dans laquelle ledit signal de pression altérant est destiné à être appliqué, sur la partie de la course de régulation (H1; H2; H3) où la prise de signal de pression altérant est utilisée, via une première buse (D1;

D3; D5) ou un premier diaphragme à ladite valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies dans la direction de fermeture ou la direction d'ouverture.

3. Valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies et commandée par pression selon la revendication 2, comprenant en outre une seconde buse (D2; D4; D6) ou un second diaphragme qui est connecté(e) en série avec la première buse (D1; D3; D5) ou le premier diaphragme, le signal de pression altérant étant destiné à être appliqué à ladite valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies via un raccord de commande (136, 236, 336) disposé entre lesdits buses (D1; D2; D3; D4; D5; D6) ou diaphragmes.

4. Valve de régulation de débit (130; 230) à 2 voies et commandée par pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle ladite seconde prise est disposée sur le côté entrée de ladite valve de régulation de débit (130; 230) à 2 voies.

5. Valve de régulation de débit (230) à 2 voies et commandée par pression selon la revendication 4, dans laquelle ledit signal de pression altérant est destiné à être appliqué dans la direction d'ouverture de sorte que plus la différence entre le premier signal de pression et le second signal de pression côte sortie de ladite valve de régulation de débit (230) à 2 voies est élevée, plus le débit volumique qui résulte de la régulation est élevé.

6. Valve de régulation de débit (330) à 2 voies et commandée par pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle ladite seconde prise est disposée sur le côté sortie de ladite valve de régulation de débit (330) à 2 voies et ledit signal de pression altérant est destiné à être appliqué dans la direction d'ouverture.

7. Valve de régulation de débit (330) à 2 voies et commandée par pression selon la revendication 6, dans laquelle la course de régulation (H3) comprend une partie de passage et une partie de blocage dans laquelle il n'existe pas de débit volumique sur le côté sortie de ladite valve de régulation de débit (330) à 2 voies, ledit signal de pression altérant étant destiné à être appliqué à ladite valve de régulation de débit (330) à 2 voies dans ladite partie de passage sur une partie (T1) de la course de régulation (H3).

8. Valve de régulation de débit (130) à 2 voies et commandée par pression selon la revendication 4, dans laquelle ledit signal de pression altérant est destiné à être appliqué dans la direction de fermeture de sorte que plus la différence entre le premier signal de pression et le second signal de pression côte sortie de ladite valve de régulation de débit (230) à 2 voies est élevée, plus le débit volumique qui résulte de la régulation est faible.

9. Valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies et commandée par pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle ladite valve de régulation de débit à 2 voies est configurée de façon que ledit signal de pression altérant est destiné à être bloqué sur une partie de la course de régulation.

10. Système de valve pour des applications hydrauliques comprenant un distributeur à tiroir à commande proportionnelle (112; 212; 312) pour la commande d'un consommateur hydraulique et une valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel ladite valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies est connectée, par son côté sortie, audit distributeur à tiroir à commande proportionnelle (112; 212; 312).

11. Système de valve pour des applications hydrauliques comprenant un distributeur à tiroir à commande proportionnelle (112; 212; 312) pour la commande d'un consommateur hydraulique et une valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel ladite valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies est connectée, par son côté entrée, audit distributeur à tiroir à commande proportionnelle (112; 212; 312).

12. Système de valve selon la revendication 10 ou 11, dans lequel ledit distributeur à tiroir à commande proportionnelle (112; 212; 312) est intégré avec ladite valve de régulation de débit (130; 230; 330) à 2 voies dans un bloc de valves (110; 210; 310).

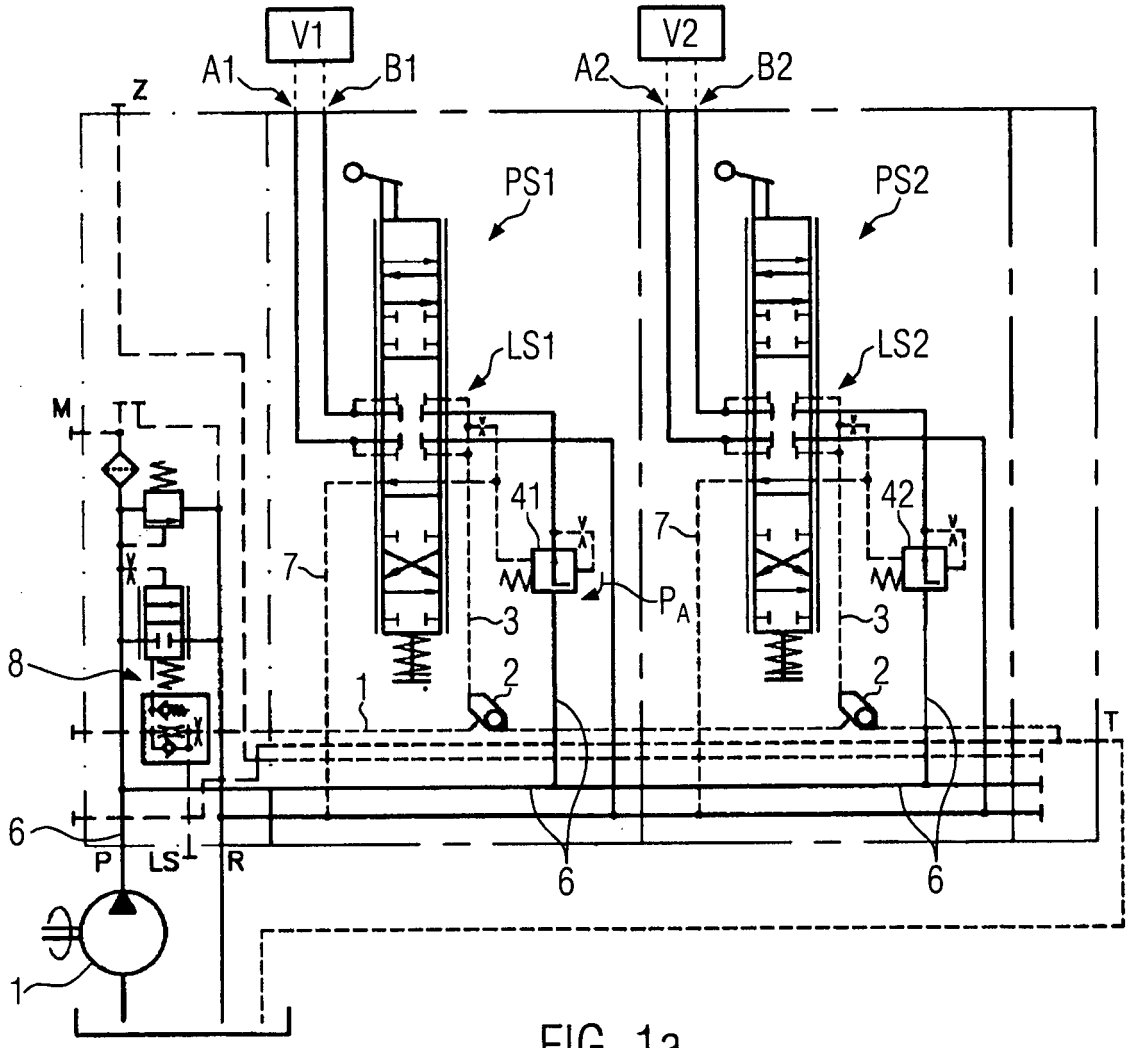

V1
V2
A1
B1
A2
B2
Z
PS1
PS2
LS1
LS2
M
41
42
7
P_A
3
2
1
8
6
P
LS
R
T

FIG. 1a

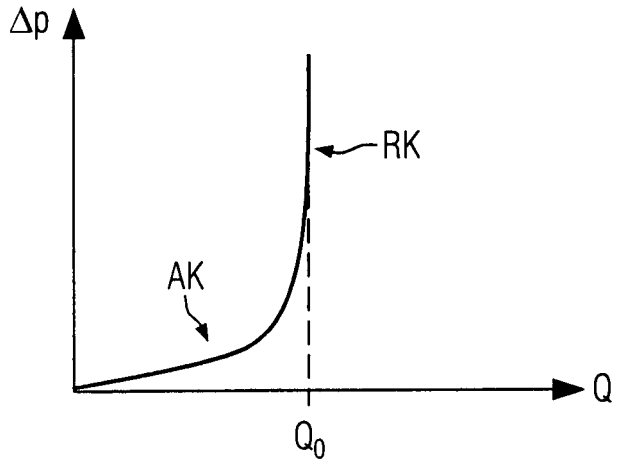

Δp
RK
AK
Q
Q_0

FIG. 1b

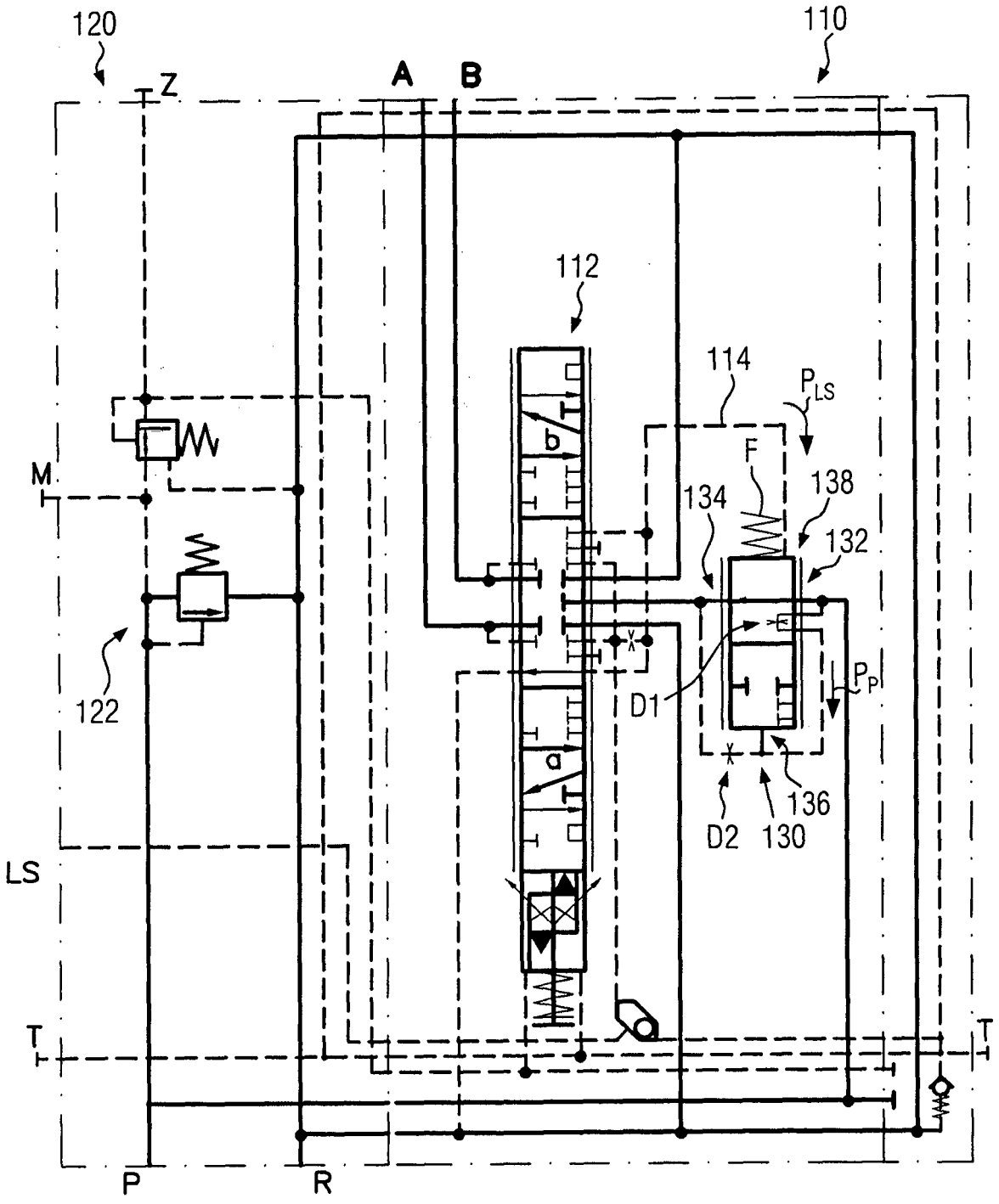

120
110
Z
A
B
112
114
P_{LS}
F
138
134
132
M
122
D1
P_P
136
D2
130
LS
T
T
P
R

FIG. 2a

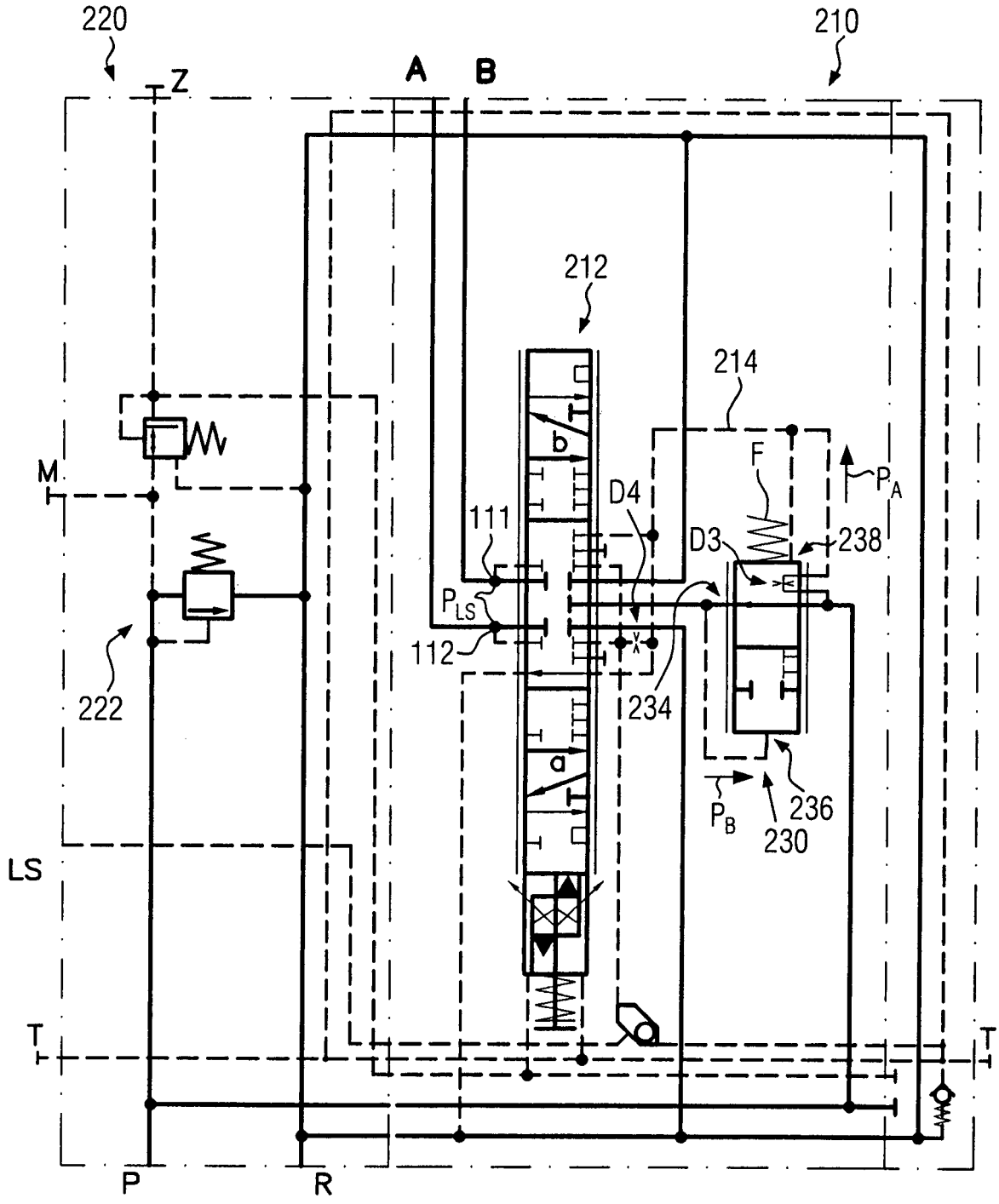

220
210
Z
A
B
212
214
M
b
F
P_A
D4
111
D3
238
P_{LS}
112
234
222
a
P_B
236
230
LS
T
T
P
R

FIG. 3a

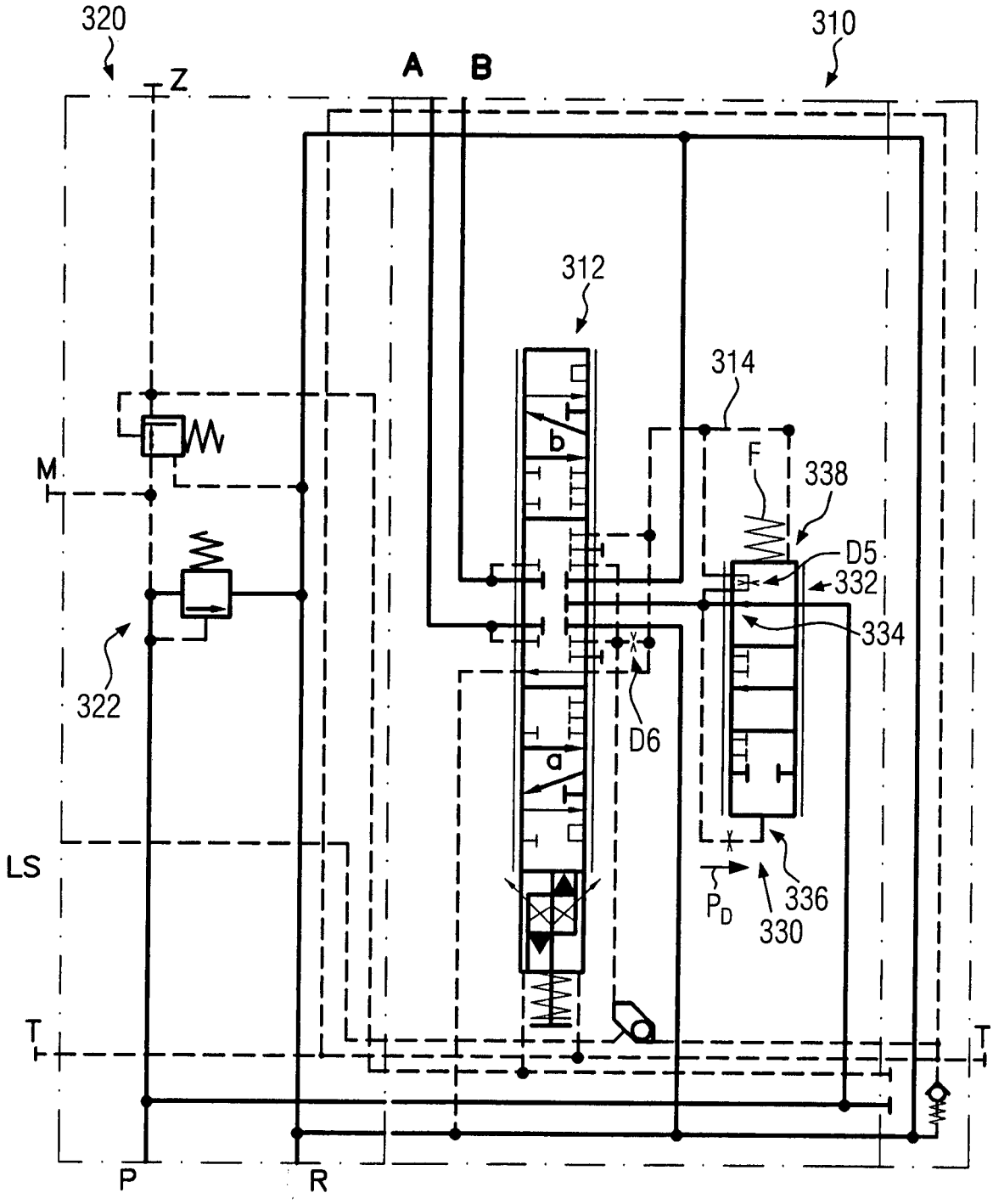


FIG. 4a

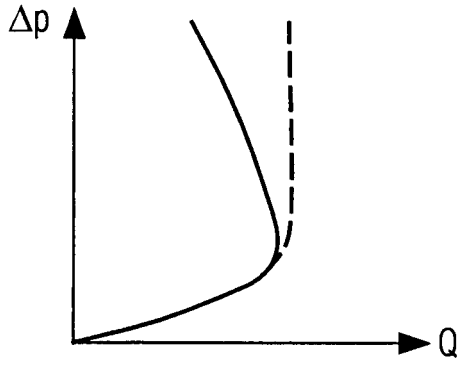


FIG. 2b

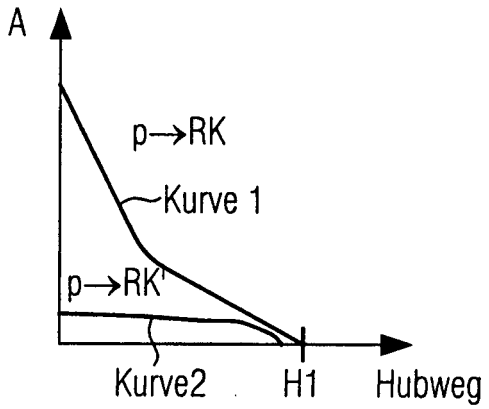


FIG. 2c

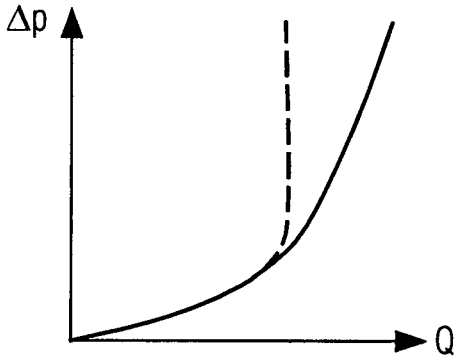


FIG. 3b

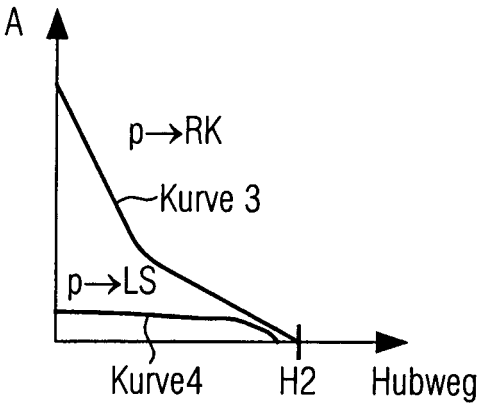


FIG. 3c

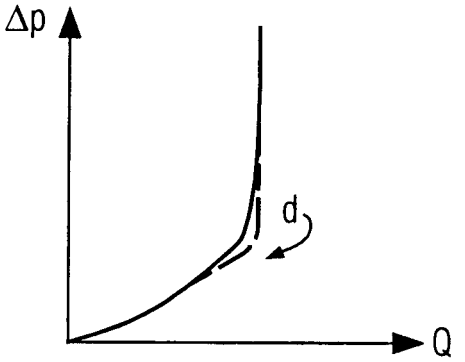


FIG. 4b

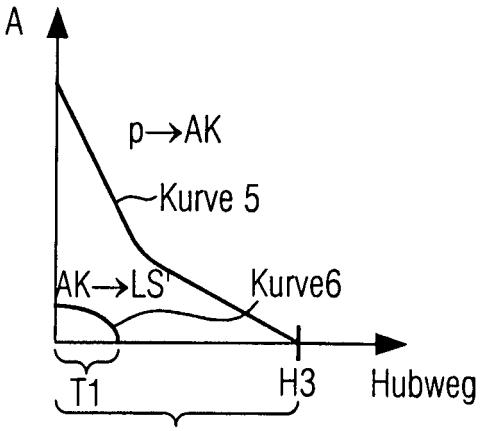


FIG. 4c

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

- DE 102012220863 A1 **[0008]**