



(11) **EP 1 588 057 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
04.04.2007 Patentblatt 2007/14

(51) Int Cl.:
F15B 7/00 ^(2006.01) **F15B 21/08** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04701896.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2004/000032

(22) Anmeldetag: **14.01.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/067969 (12.08.2004 Gazette 2004/33)

(54) **HYDRAULIKSYSTEM FÜR VERDRÄNGERGESTEUERTE LINEARANTRIEBE**

HYDRAULIC SYSTEM FOR LINEAR DRIVES CONTROLLED BY A DISPLACER ELEMENT

SYSTEME HYDRAULIQUE POUR ENTRAÎNEMENTS LINEAIRES COMMANDES PAR DES
ELEMENTS DEPLACEMENTS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

- **LAUTNER, Erik**
14482 Potsdam (DE)
- **WEBER, Jürgen**
01139 Dresden (DE)

(30) Priorität: **29.01.2003 DE 10303360**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.10.2005 Patentblatt 2005/43

(74) Vertreter: **Meinke, Jochen**
Patentanwälte Meinke, Dabringhaus und Partner,
Rosa-Luxemburg-Strasse 18
44141 Dortmund (DE)

(73) Patentinhaber: **CNH Baumaschinen GmbH**
13581 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-02/04820 DE-C- 19 716 081

(72) Erfinder:

- **IVANTYSYNOVA, Monika, c/o Purdue University**
IN - 47907 West Lafayette (US)
- **RAHMFELD, Robert**
21129 Hamburg (DE)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 009, no. 223
(M-411), 10. September 1985 (1985-09-10) -& JP
60 081502 A (HITACHI KENKI KK), 9. Mai 1985
(1985-05-09)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 588 057 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hydrauliksystem für verdrängergesteuerte Linearantriebe, insbesondere für mobile Arbeitsmaschinen mit wenigstens einem Differentialzylinder, wenigstens einem Hochdruckkreis, der wenigstens eine Pumpe mit verstellbarer Fördermenge beinhaltet und durch wenigstens zwei entsperrbare Rückschlagventile mit einem Niederdrucksystem verbunden ist.

[0002] Hydrauliksysteme für mobile Arbeitsmaschinen beruhen heutzutage überwiegend auf ventilsteuerten Prinzipien. Dabei werden mittels hydraulisch oder elektrohydraulisch angesteuerter Ventilanordnungen die verschiedenen hydraulischen Verbraucher, wie Antriebe der Arbeitshydraulik, Lenkung, Bremsen u.a. gesteuert. Üblicherweise finden dazu eine oder mehrere zentrale Druckversorgungen, häufig in Form von Load-sensing-Pumpen, Verwendung, die Druckmittelflüsse zur Verfügung stellen, welche über ein- oder mehrstufige Ventilanordnungen entsprechend dem gewünschten Verhalten der hydraulischen Verbraucher beeinflusst werden.

[0003] Nachteilig an diesen ventilsteuerten Hydrauliksystemen ist insbesondere der schlechte Energienutzungsgrad. Um die benötigten Druckmittelflüsse zu erreichen, sind an den Drosselkanten der Ventile Druckdifferenzen erforderlich, was prinzipiell in hydraulischen Ventilsteuern zu hohen Energieverlusten führt. Es ist nicht möglich, Energieüberschüsse an einem Verbraucher des Systems in Form von potentieller Energie oder Bremsenergie für andere Verbraucher im System zu nutzen und dadurch den Systemwirkungsgrad zu verbessern, was die Wärmeentwicklung im System nochmals verschlechtert. Eine zentrale Druckmittelversorgung besitzt außerdem den Nachteil, dass im Falle, dass mehrere Verbraucher gleichzeitig betrieben werden müssen, die Volumenströme aufgeteilt werden, was die genaue Regelung und Bedienung der einzelnen Komponenten erschwert. Sicherheitsrelevante Schaltungen, bei denen dafür gesorgt werden muss, dass einzelne Verbraucher, wie z.B. die Lenkung oder Bremse, immer genügend Druckmittel zur Verfügung haben, müssen beispielsweise immer über komplizierte Prioritätsventilanordnungen realisiert werden. Eine simultane Bewegung mehrerer Verbraucher im System führt zu einem unterschiedlichen Systemverhalten im Vergleich zu Einzelbewegungen. All dies führt zu sehr komplexen und damit kosten- und wartungsintensiven Ventilanordnungen, deren Möglichkeiten auch im Hinblick auf Regelbarkeit und Energieausnutzung beschränkt sind.

[0004] Vereinzelt kommen auch verdrängergesteuerte Systeme für Rotationsantriebe zum Einsatz, bei denen eine im Verdrängungsvolumen verstellbare Pumpe zur Steuerung oder Regelung der Bewegung des Hydromotors/en genutzt wird. Der Verbraucher wird damit alleine über den durch die Pumpe zur Verfügung gestellten Volumenstrom gesteuert, ohne dass ein Regelventil oder ähnliches im Hauptkreis Verwendung findet. Bei der

Übertragung dieses Steuerprinzips auf Linearantriebe mit Differentialzylinder tritt das Problem auf, dass das Zylindervolumen auf beiden Seiten des Zylinderkolbens unterschiedlich ist und dadurch bei der Bewegung Differenzvolumenströme auftreten, die durch unterschiedliche bekannte Lösungen ausgeglichen werden müssen.

[0005] Die bisher bekannten derartigen verdrängergesteuerten Systeme sind allerdings äußerst unflexibel, verfügen über eine hohe Anzahl an Zusatzkomponenten bzw. Verdrängereinheiten und bieten nicht den Funktionsumfang und die Systemeinfachheit, die für den Einsatz in mobilen Arbeitsmaschinen nötig ist (z.B. DE 40 08 792 A1, DE 27 06 091 A1, CA 605 046, DT 23 49 351 so-Rahmfeld und Ivantysynova 2000, Energiesparender geregelter Linearantrieb mit Differentialzylinder, 2. IFK, S. 191-205, Dresden).

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Hydrauliksystem für Linearantriebe mit Differentialzylinder, insbesondere für mobile Arbeitsmaschinen, zu schaffen, das durch die Verwendung einer Verdrängersteuerung der Antriebe die vielfältigen Nachteile des Standes der Technik vermeidet und eine präzise energieeffiziente Steuerung von Linearantrieben mit Differentialzylindern ermöglicht, kostengünstig und einfach zu warten ist und sich gut in das Gesamthydrauliksystem von derartigen Maschinen integrieren lässt.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

[0008] Die Rückschlagventile befinden sich zwischen den beiden Hochdruckleitungen, die von der in ihrer Fördermenge verstellbaren Pumpe zum Differentialzylinder führen, und dem gemeinsamen Niederdrucksystem. Wenn ein Volumenstrom durch die verstellbare Pumpe erzeugt und dadurch der Differentialzylinder bewegt wird, kann der je nach Bewegungsrichtung des Kolbens auftretende, positive oder negative Differenzvolumenstrom in das Niederdrucksystem abfließen bzw. aus diesem angesaugt werden. Im Fall des Ansaugens von Volumenstrom aus dem Niederdrucksystem öffnet das entsprechende Rückschlagventil selbsttätig. Im Fall des Abfließens von Volumenstrom zum Niederdrucksystem wird das entsprechende Rückschlagventil vom Systemhochdruck entsperrt.

[0009] Für die Realisierung einer Schwimmstellung müssen die beiden Seiten des Differentialzylinders hydraulisch miteinander verbunden werden, wodurch eine freie Bewegung des Kolbens ermöglicht wird. Dazu werden die Rückschlagventile entsperrt, so dass Druckmittel unabhängig vom Pumpenvolumenstrom in beide Richtungen durch sie fließen kann. Der Differenzvolumenstrom wird in diesem Fall ebenfalls durch das Niederdrucksystem ausgeglichen.

[0010] Erfindungsgemäß sieht das Hydrauliksystems vor, dass die elektronische Steuerungsvorrichtung zur Ansteuerung der Rückschlagventile ein elektrohydraulisches 4/2- Wegeventil aufweist. Durch ein solches Ventil kann der Entsperr- Anschluss der Rückschlagventile wechselweise mit der einen bzw. anderen Seite des

Hochdruckkreises verbunden werden, was einem Umschalten zwischen dem normalen Differenzvolumenausgleich und der Schwimmstellung des Differentialzylinders entspricht. Hierbei ergibt sich die Ventilstellung der Rückschlagventile entsprechend der Bewegungsrichtung sowie der anliegenden Last und damit den Druckverhältnissen im Zylinder. So wird eine sichere Möglichkeit geschaffen, die Betriebszustände zu wechseln, wobei die Gefahr von Druckstößen minimiert wird.

[0011] Alternativ können auch zwei elektrohydraulische 3/2- Wegeventile verwendet werden.

[0012] Die Verwendung einer elektronischen Steuerung zum Schalten der Rückschlagventile ermöglicht, dass die Ventile beispielsweise auf Wunsch des Bedieners entsperren und damit die Schwimmstellung realisiert wird. Zusätzlich bietet sie aber den Vorteil, dass eine solche Umschaltung nur dann erfolgt, wenn bestimmte Druckverhältnisse im Hochdruckkreis herrschen, so dass Schaltstöße oder sonstige unerwünschte Zustände verhindert werden und ein Abstützen der am Differentialzylinder vorhandenen Last immer sicher vermieden wird. Eine solche Steuerungsvorrichtung ermöglicht außerdem weitere Funktionen eines solchen verdrängergesteuerten Kreises, die in den folgenden Unteransprüchen näher beschrieben werden.

[0013] So kann vorgesehen sein, dass die Steuerungsvorrichtung zur Regelung der Pumpen- Fördermenge elektronisch ausgebildet ist. Die Fördermenge von verstellbaren Pumpen wird üblicherweise elektrohydraulisch gesteuert. Daher ist es besonders vorteilhaft, wenn diese Steuerung gemeinsam mit der Steuerungsvorrichtung der Rückschlagventile integriert angelegt wird, so dass eine sichere und genaue Regelung des kompletten Kreisverhaltens möglich wird. So lässt sich beispielsweise verhindern, dass die Pumpe beim Entsperren der Rückschlagventile einen Volumenstrom fördert, der dann durch die entsperrten Rückschlagventile kurz geschlossen wäre.

[0014] Eine besondere Ausgestaltung des Hydrauliksystems sieht vor, dass an wenigstens einem Anschluss des Differentialzylinders ein steuerbares Absperrventil vorgesehen ist. Durch ein solches Absperrventil lässt sich ein Anschluss des Zylinders leckfrei absperren, was insbesondere zur Realisierung einer Haltefunktion sinnvoll ist. Dabei wird der Zylinder durch den Volumenstrom der Pumpe in eine bestimmte Position gebracht und anschließend der Hochdruckanschluss des Differentialzylinders abgesperrt, so dass dieser in seiner Position verbleibt, auch ohne dass die Pumpe den Druck aufrechterhält. Wenn am zweiten Anschluss des Differentialzylinders ebenfalls ein Absperrventil vorgesehen ist, kann der Zylinder komplett vom Hydraulikkreis getrennt werden, wobei er in seiner Position verbleibt. Durch die Pumpe und den angeschlossenen Hydraulikkreis kann in diesem Zustand ein weiterer Differentialzylinder bedient werden, der dann ebenfalls über Absperrventile vom Kreis trennbar ist. Hierdurch lässt sich einfach und kostengünstig eine weitere Funktion in der Arbeitsmaschi-

ne realisieren, die alternativ von den weiteren vorhandenen Zylindern betrieben werden kann.

[0015] Vorteilhaft kann es sein, dass das Niederdrucksystem als Speicherladeschaltung mit einem Speicherladeventil, einer Pumpe mit Hydraulikspeicher und einem Druckbegrenzungsventil ausgebildet ist. Eine solche Ausgestaltung der Niederdruckseite zeichnet sich durch eine besonders hohe Energieeffizienz aus. Die Pumpe fördert nur dann in das Niederdrucksystem, wenn ein eingestellter Minimaldruckwert unterschritten wird. Die Speicherladeschaltung sorgt für die Einhaltung eines Niederdruckniveaus zwischen einstellbaren Grenzwerten. Ein solches Niederdrucksystem kann zentral für das gesamte Hydrauliksystem ausgebildet sein und sämtliche erfindungsgemäßen verdrängergesteuerten Hydraulikkreise versorgen.

[0016] Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Hydrauliksystems ist dadurch gekennzeichnet, dass das steuerbare Absperrventil als Sitzventil mit 3/2- Wege- Vorsteuerung ausgebildet ist. Außerdem kann es sinnvoll sein, dass das steuerbare Absperrventil als Stigventil ausgebildet ist. Mit einem solchen Ventil lässt sich einfach die entsprechende Sperrfunktion des Anschlusses realisieren, ohne dass ein zu ruckartiges Öffnen bzw. Schließen des Ventils vorkommt. Dadurch lassen sich unerwünschte Druckspitzen im System unterbinden.

[0017] Vorteilhaft kann es sein, dass weitere ggf. stetig steuerbare Absperrventile zur alternativen und/oder gleichzeitigen Ansteuerung weiterer Differentialzylinder vorgesehen sind. Wie oben beschrieben, lassen sich durch solche Ventile weitere Funktionen am selben Hochdruckkreis realisieren, wobei diese immer alternativ zueinander in Betrieb sind. Die Absperrventile werden dabei so geschaltet, dass die Pumpe mit den zugehörigen Schutz- und Ausgleichsventilen jeweils an einem Differentialzylinder bzw. mehreren parallel geschalteten derselben Funktion angeschlossen ist und diese mit Druckmittel versorgt.

[0018] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass am Hochdruckkreis Anschlüsse für ein passives Schwingungsdämpfungssystem vorgesehen sind. Solche Dämpfungssysteme bestehen aus einer Hydraulikschaltung mit Speicher, die die beispielsweise beim Fahren mit angehobener Last auftretenden Schwingungen des Arbeitsgerätes mindert. Dazu wird das Schwingungsdämpfungssystem direkt an mindestens einem Anschluss an einer Seite des Hochdruckkreises angeschlossen und ist zu- und abschaltbar, um in gewünschten Betriebssituationen die unerwünschten Schwingungszustände zu unterdrücken.

[0019] In einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die elektronische Steuerungsvorrichtung, die steuerbaren Ventile und ggf. weitere vorhandene hydraulische Systemkomponenten mit der verstellbaren Pumpe als integriertes Bauteil ausgebildet sind.

[0020] Eine solche Integration der Pumpe mit einer Reihe der Ventile und der Steuerung bietet den Vorteil einer äußerst kompakten Bauweise, was sinnvoll sein

kann, da diese Komponenten für jede durch Differentialzylindersysteme angetriebene Hydraulikfunktion nötig sind. Durch die Integration vermindert sich die Zahl der Einzelkomponenten, wird die Komplexität des Gesamtsystems reduziert, der Installationsaufwand sinkt und damit sinken die Kosten eines solchen Systems im Vergleich zu herkömmlichen Systemen.

[0021] Vorteilhaft für die Steuerungs- und Regelungskonzepte kann es sein, dass Sensoren zur Erfassung der Systemzustände, insbesondere der Differentialzylinder-Position und der Hydraulikdrücke, vorgesehen sind.

[0022] Außerdem kann es sinnvoll sein, dass eine elektronische Regelungseinrichtung zur Regelung der steuerbaren Systemkomponenten abhängig vom gemessenen Systemzustand und Benutzervorgaben vorgesehen ist.

[0023] Durch Messen der Systemzustände und Verarbeiten der gewonnenen Daten in einer Steuerungsvorrichtung lassen sich die Linearzylinder in einem geschlossenen Regelkreis betreiben, was die Positioniergenauigkeit und die Stabilität des Systems deutlich verbessert.

[0024] Das erfindungsgemäße Antriebssystem läßt sich auch gesteuert, d.h. in offener Wirkungskette betreiben.

[0025] Die Erfindung richtet sich außerdem auf eine mobile Arbeitsmaschine mit wenigstens einem Hydrauliksystem, wie im vorangegangenen beschrieben ist. In einer Ausgestaltung einer solchen Arbeitsmaschine sind mehrere Hochdruckkreise mit einem gemeinsamen Niederdruckkreis vorgesehen. Dieser hat, wie bereits erläutert, den Vorteil der zusätzlichen Kostenersparnis, da ein einziger Niederdruckkreis mit einer Pumpe und den weiteren Komponenten zur Versorgung aller erfindungsgemäßen Hydrauliksysteme ausreicht.

[0026] Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Diese zeigen in:

- Fig. 1: eine schematische Grundschialtung eines Hydrauliksystems nach der Erfindung,
- Fig. 2: eine Schaltung eines erfindungsgemäßen Hydrauliksystems in einer erweiterten Ausführung,
- Fig. 3: eine weitere Ausführung,
- Fig. 4: noch eine weitere Ausführung,
- Fig. 5 : ein Gesamtsystem für eine mobile Arbeitsmaschine und in
- Fig. 6: ein weiteres Gesamtsystem für eine mobile Arbeitsmaschine.

[0027] Ein allgemein mit 1 bezeichnetes Hydrauliksystem dient zur Ansteuerung eines hydraulischen Differentialzylinders 2.

[0028] Eine Pumpe 3 mit verstellbarem Fördervolumen und Umkehr der Förderrichtung ist über zwei Leitungen 4 und 5 mit den beiden Anschlüssen des Differentialzylinders 2 verbunden.

[0029] Ein von der Pumpe 3 geförderter Volumenstrom in die eine oder andere Richtung führt zu einer Bewegung des Kolbens 6 des Differentialzylinders 2. Da die beiden Kammern des hydraulischen Differentialzylinders 2 bedingt durch die asymmetrische Gestaltung des Kolbens 6 bzw. der Kolbenstange ein unterschiedliches Volumen besitzen, wird bei einer Bewegung des Kolbens 6 eine andere Menge des Druckmittels auf der einen Seite abgegeben als von der anderen Seite aufgenommen wird. Um diesen Differenzvolumenstrom im eigentlich geschlossenen Kreislauf zwischen Pumpe 3 und Zylinder 2 auszugleichen, steht dieser Hochdruckkreis über zwei entsperzbare Rückschlagventile 7 und 8 mit einem Niederdrucksystem 9 in Verbindung.

[0030] Im stationären Fall ist durch den höheren Druck, in einer der beiden Leitungen 4 bzw. 5 das gegenüberliegende Rückschlagventil 7 oder 8 zwischen Hochdruckleitung und Niederdrucksystem 9 entsperrt, so dass immer die Niederdruckseite des hydraulischen Differentialzylinders 2 mit dem Niederdrucksystem 9 verbunden ist. Wird von der verstellbaren Pumpe 3 ein Volumenstrom zum Differentialzylinder 2 gefördert, führt dies zu einer Bewegung des Kolbens 6 des Differentialzylinders 2. Der von der Bewegungsrichtung abhängige positive oder negative Differenzvolumenstrom wird dabei über eines der beiden Rückschlagventile 7 oder 8 gegenüber dem Niederdrucksystem 9 ausgeglichen. Für diese Grundstellung ist ein mit den Rückschlagventilen 7 und 8 verbundenes elektrohydraulisches 4/2-Wegeventil 10 so geschaltet, dass die Entsperranschlüsse der Rückschlagventile 7 und 8 jeweils mit dem gegenüberliegenden Teil des Hochdruckkreises verbunden sind. Dadurch ist auch bei einem Wechsel des Belastungszustandes am Differentialzylinder 2 eine Übernahme des Differenzvolumenstromausgleiches durch das jeweils andere Ventil ohne Druckspitzen gewährleistet, da die Rückschlagventile 7 und 8 immer genau dann schalten, wenn auf beiden Seiten des Rückschlagventils etwa Niederdruck anliegt.

[0031] Das elektronisch steuerbare 4/2-Wegeventil 10 dient auch zur Realisierung einer Schwimmstellungsfunktion. Wird das Ventil 10 umgeschaltet (Schwimmstellungsfunktion), werden die Entsperranschlüsse der Rückschlagventile 7 und 8 nicht mehr mit der gegenüberliegenden, sondern mit der in ihrer Durchlassrichtung liegenden Seite verbunden. Dadurch öffnen sich die Rückschlagventile 7 bzw. 8, sobald in einer der beiden Leitungen 4 oder 5 ein Druck anliegt, der geringfügig höher ist als der Niederdruck im Niederdrucksystem 9. Damit kann sich der Kolben 6 im Differentialzylinder 2 frei bewegen. Sinnvollerweise ist bei einem Schalten des 4/2-Wegeventils 10 in die Schwimmstellung die Pumpe 3 so eingestellt, dass sie keinen Volumenstrom fördert, da dieser ebenfalls durch den Quasi-Kurzschluss durch die Rückschlagventile 7 bzw. 8 ausgeglichen werden würde.

[0032] An einem Anschluss des Differentialzylinders 2 ist ein steuerbares Absperrventil 11 vorgesehen. Damit kann diese Seite des Differentialzylinders 2 leckfrei ab-

gesperrt werden, wodurch der Kolben 6 in dieser Position fixiert und eine daran befindliche Last gehalten wird. In der Regel ist dies die stärker belastete Kolbenseite des Differentialzylinders 2.

[0033] Im System befinden sich Drucksensoren 12, die zur Erfassung der Zustände in den Hochdruckleitungen dienen. Am hydraulischen Differentialzylinder 2 befindet sich ein Wegsensor 13 oder ein Winkelsensor in der Kinematik der Arbeitsausrüstung, der die Kolbenstellung erfasst. Die Signale der Sensoren 12 und 13 werden von einer elektronischen Regelungseinrichtung 14 zusammen mit durch entsprechende Bedienelemente 15 vorgegebenen Benutzerwünschen verarbeitet und daraus die entsprechenden Stellgröße ermittelt, die an die elektronische Steuervorrichtung 16 weitergeleitet wird. Diese steuert dann die verstellbare Pumpe 3 in ihrem Verdrängungsvolumen und damit den geförderten Volumenstrom sowie ggf. die Schaltzustände der elektronischen Ventile 10 bzw. 11.

[0034] Eine Erweiterung dieses Grundprinzips ist in Fig. 2 näher dargestellt. Dabei wird wieder ein hydraulischer Differentialzylinder 2 im wesentlichen direkt mit einer verstellbaren Pumpe 3 verbunden. Der Differenzvolumenstrom wird bei Förderung durch die zwei entsperrbaren Rückschlagventile 7 und 8 ausgeglichen, deren Entsperranschlüsse von einem elektrohydraulischen 4/2- Wegeventil 10 jeweils wechselweise mit den gegenüberliegenden bzw. anliegenden Seiten des Hochdruckkreises verbunden werden.

[0035] Zum Schutz des Systems vor Überdrücken sind zwei Hochdruckabsicherungen 27 vorgesehen. Die integrierte elektronische Regelungseinrichtung 14 regelt die Ansteuerung der einzelnen Komponenten, wie der verstellbaren Pumpe 3 unter Berücksichtigung der gemessenen Systemzustände und der Benutzervorgaben 15.

[0036] Zusätzlich zu dem elektronisch steuerbaren Absperrventil 11 ist die zweite Seite des Differentialzylinders 2 ebenfalls durch ein elektronisch steuerbares Absperrventil 17 absperrbar. Zusätzlich ist über zwei weitere elektronisch steuerbare Absperrventile 18 ein zusätzlicher Differentialzylinder 19 am Hochdruckkreis angeschlossen.

[0037] Im Betrieb des zweiten Differentialzylinders 19 wird der erste Differentialzylinder 2 durch die beiden Absperrventile 11 und 17 vom Hydraulikkreis getrennt und dadurch in seiner Position gehalten. Anschließend werden die beiden Absperrventile 18 geöffnet, so dass ein von der Pumpe 3 geförderter Volumenstrom den zweiten Differentialzylinder 19 bewegt. Die auftretenden Differenzvolumina werden wieder über die beiden entsperrbaren Rückschlagventile 7 und 8 in den Niederdruckkreis 9 ausgeglichen. Die steuerbaren Absperrventile 11, 17 und 18 können in einigen Anwendungsfällen auch als Stetigventile ausgebildet sein, so dass diese in besonderen Situationen im Betrieb stetig angesteuert werden können und damit ein gleichzeitiger Betrieb der beiden Differentialzylinder 2 und 19 möglich ist.

[0038] Der Niederdruck im Niederdrucksystem 9 wird

mit einer Speicherladeschaltung realisiert. Dabei findet eine Konstantpumpe 20 mit einem Speicherladeventil 21 und einem hydropneumatischen Speicher 22 Verwendung. Ein Überdruckventil 23 schützt die Anlage vor Überlast. Dabei sorgt das Speicherladeventil 21 dafür, dass die Konstantpumpe 20 nur dann in das Niederdrucksystem 9 fördert, wenn ein eingestellter Minimalwert des Druckes unterschritten wird. Da für den reinen Druckerhalt das Speicherladeventil 21 sorgt, ist die Anlage energieeffizient zu realisieren. Aber auch andere Kombinationen zur Realisierung des Niederdrucksystems 9 sind möglich, beispielsweise über eine einfache Kombination von Konstantpumpe, Speicher und Druckbegrenzungsventil oder mittels einer Verstellpumpe. Dieser Niederdruck wird auch hinter dem Anschluss 24 der verstellbaren Pumpe 3 dazu benutzt, das elektrohydraulische Verstellsystem dieser Pumpe zu betreiben. Die Anschlüsse 25 und 26 dienen zum Anschluss eines passiven Schwingungs- Dämpfersystems am Differentialzylinder 2.

[0039] In Fig. 3 ist eine erste Abwandlung des Grundprinzips dargestellt, in welchem anstelle des elektrohydraulischen 4/2- Wegeventils zwei 3/2- Wegeventile 28, 29 eingesetzt sind, um die Schwimmstellung durch ein Umschalten der Entsperranschlüsse der entsperrbaren Rückschlagventile 7, 8 zu realisieren. Weiterhin wird der Niederdruck nun über eine Konstantpumpe 20 mit einem hydropneumatischen Speicher 22 und einem Überdruckventil 23 aufgeprägt. In Fig. 4 ist eine weitere Abwandlung des Grundprinzips dargestellt. Die Schwimmstellung wird über einen Bypass durch zwei Ventile 30, 31 realisiert, d.h. bei Bestromung der Ventile sind die beiden Zylinderkammern zum Niederdruck verbunden und der Differentialzylinder 2 kann sich frei bewegen. Der Niederdruck wird hier über eine Verstellpumpe 20' mit einem hydropneumatischen Speicher 22 aufgeprägt und über ein Überdruckventil 23 abgesichert. Zusätzlich zeigt dieses Schema auch eine andere Möglichkeit, die dritte Funktion mit der Pumpe 3 zu versorgen. Zwei 3/2- Wegeventile 32, 33 an Anschlüssen 34, 35 können die Pumpe 3 bei Aktivierung einfach zur dritten Funktion umschalten.

[0040] Fig. 5 zeigt ein Gesamtsystem für eine mobile Arbeitmaschine (hier Radlader) mit verdrängergesteuerter Arbeitshydraulik nach dem vorbeschriebenem verdrängergesteuerten Linearantriebsprinzip (valveless-Prinzip) und hydrostatischem Fahrtrieb. Die einfache Kopplung mehrerer Aktuatoren über den Niederdruck sowie mit dem hydrostatischen Fahrtrieb reduziert den Systemaufwand nochmals.

[0041] In Fig. 6 ist ein weiteres Gesamtsystem (hier Radlader) abgebildet, wobei hier ein hydrostatischer Fahrtrieb im 2- Motor- Konzept mit abkoppelbarem Verstellmotor vorliegt und der Niederdruck für alle verdrängergesteuerten Hauptfunktionen durch den Rücklauf des hydrostatischen Lüfters und einen Speicher aufgeprägt wird. Ein Speicherladeventil verbindet den Rücklauf des Lüfters nur dann mit dem Niederdruck, wenn

Niederdruckvolumenstrom benötigt wird.

[0042] Durch die elektrohydraulische Steuerung der verstellbaren Pumpe 3 können alle weiteren Funktionalitäten, die softwaretechnisch hinterlegt sind, realisiert werden, wie etwa Gabelparallelführung, Rückführautomatik, Hubendabschaltung, variabler Schaufelanschlag, variable Zylinderdämpfung (Soft-Staub), Schüttel- bzw. Verteilfunktionen an der Schaufel für landtechnische Einsätze usw. Die jeweilige Verstellpumpe wird dabei direkt über die Steuerung des Gerätes angesprochen. Dabei kann der verdrängergesteuerte Aktuator sowohl in Positions- als auch Geschwindigkeitsregelung (Beispiel: Parallele Werkzeugführung) oder auch gesteuert im offenen Regelkreis betrieben werden. Die Steuerung verarbeitet dabei als Eingangssignal den Wunsch des Bedieners (beispielsweise über einen Joystick).

[0043] Natürlich ist die Erfindung nicht auf das vorstehende Beispiel beschränkt, sondern in vielfältiger Hinsicht abänderbar, ohne den Grundgedanken zu verlassen. So sind vielfältige Bauformen für die verwendeten Pumpen, Ventile usw. denkbar, solange sie die beanspruchten Funktionen erfüllen. Dabei ist die Auftrennung der Funktionen einzelner Ventile auf mehrere Komponenten denkbar und unter Umständen sinnvoll. Auch ist es möglich, weitere Zylinder über Absperrventile an demselben Hochdrucksystem zu betreiben.

Bezugszeichenliste

[0044]

- | | | |
|-----|-------------------------------------|--|
| 1 | Hydrauliksystem | |
| 2 | Differentialzylinder | |
| 3 | Pumpe | |
| 4 | Leitung | |
| 5 | Leitung | |
| 6 | Kolben | |
| 7 | Rückschlagventil | |
| 8 | Rückschlagventil | |
| 9 | Niederdrucksystem | |
| 10 | 4/2- Wegeventil | |
| 11 | steuerbares Absperrventil | |
| 12 | Drucksensor | |
| 13 | Wegsensor | |
| 14 | elektronische Regelungseinrichtung | |
| 15 | Bedienelement | |
| 16 | elektronische Steuerungsvorrichtung | |
| 17 | Absperrventil | |
| 18 | Absperrventil | |
| 19 | Differentialzylinder | |
| 20 | Konstantpumpe | |
| 20' | Verstellpumpe | |
| 21 | Speicherladeventil | |
| 22 | hydropneumatischer Speicher | |
| 23 | Überdruckventil | |
| 24 | Anschluss | |
| 25 | Anschluss | |
| 26 | Anschluss | |

- | | |
|------|----------------------|
| 27 | Hochdruckabsicherung |
| 28 | 3/2- Wegeventil |
| 29 | 3/2- Wegeventil |
| 30 | Ventil |
| 5 31 | Ventil |
| 32 | 3/2- Wegeventil |
| 33 | 3/2- Wegeventil |
| 34 | Anschluss |
| 35 | Anschluss |

Patentansprüche

1. Hydrauliksystem für verdrängergesteuerte Linearantriebe, insbesondere für mobile Arbeitsmaschinen, mit wenigstens einem Differentialzylinder, der in einem geschlossenen Hochdruckkreislauf mit wenigstens einer Pumpe mit verstellbarer Fördermenge und Umkehr der Förderrichtung angeordnet ist, wobei der Hochdruckkreislauf zum Ausgleich des Differenzvolumenstromes durch wenigstens zwei entspernbare Rückschlagventile mit einem Niederdrucksystem verbunden ist, wobei das jeweils der Hochdruckseite des Hochdruckkreislaufes gegenüberliegende Rückschlagventil durch den Hochdruck entsperrt ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rückschlagventile (7, 8) mit einer elektronischen Steuerungsvorrichtung (16) derart verbunden sind, dass ein schaltstoßfreies Umschalten zwischen einem Ein- bzw. Ausfahren des Differentialzylinders (2) und einer Schwimmstellung möglich ist, und
dass zur Realisierung dieser Schwimmstellung des Differentialzylinders (2) zwischen dem Hochdruckkreislauf (4,5) und den entspernbaren Rückschlagventilen (7,8) ein elektrohydraulisches 4/2-Wegeventil (10) oder jeweils ein elektrohydraulisches 3/2-Wegeventil (28,29) angeordnet ist.
2. Hydrauliksystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Niederdrucksystem (9) als Speicherladeschaltung mit einem Speicherladeventil (21), einer Pumpe (20) mit Hydraulikspeicher (22) und einem Druckbegrenzungsventil (23) ausgebildet ist.
3. Hydrauliksystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Niederdrucksystem (9) mit einer Pumpe (20) mit Hydraulikspeicher (22) und einem Druckbegrenzungsventil (23) ausgebildet ist.
4. Hydrauliksystem nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die elektronische Steuerungsvorrichtung (16) zur Regelung der Fördermenge und Förderrichtung der Pumpe (3) des Hochdruckkreislaufes ausgebil-

det ist.

5. Hydrauliksystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass an wenigstens einem Anschluss des Differentialzylinders (2) ein steuerbares Absperrventil (11) vorgesehen ist. 5
6. Hydrauliksystem nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das steuerbare Absperrventil (11) als Sitzventil mit 3/2-Wege-Vorsteuerung ausgebildet ist. 10
7. Hydrauliksystem nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das steuerbare Absperrventil (11) als Stetigventil ausgebildet ist. 15
8. Hydrauliksystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass weitere ggf. stetig steuerbare Absperrventile (17,18) zur alternativen und/oder gleichzeitigen Ansteuerung weiterer Differentialzylinder (19) vorgesehen sind. 20 25
9. Hydrauliksystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass am Hochdruckkreislauf Anschlüsse (25,26) für ein passives Schwingungsdämpfungssystem vorgesehen sind. 30
10. Hydrauliksystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die elektronische Steuerungsvorrichtung (16), das 4/2-Wegeventil (10) und das Absperrventil (11) und ggf. weitere vorhandene hydraulische Systemkomponenten mit der Pumpe (3) des Hochdruckkreislaufes als integriertes Bauteil ausgebildet sind. 35 40
11. Hydrauliksystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Sensoren (12, 13) zur Erfassung der Systemzustände, insbesondere der Differentialzylinder-Position und der Hydraulikdrücke, vorgesehen sind. 45 50
12. Hydrauliksystem nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine elektronische Regelungseinrichtung (14) zur Regelung der steuerbaren Systemkomponenten, abhängig vom gemessenen Systemzustand und Benutzervorgaben, vorgesehen ist. 55
13. Mobile Arbeitsmaschine mit wenigstens einem Hy-

drauliksystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

14. Mobile Arbeitsmaschine nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Hochdruckkreisläufe mit einem gemeinsamen Niederdrucksystem vorgesehen sind.

Claims

1. A hydraulic system for displacer-controlled linear drives, in particular for mobile working machines, comprising at least one differential cylinder which is arranged in a closed high pressure circuit with at least one pump with an adjustable delivery amount and with reversal of the delivery direction, wherein to compensate for the differential volume flow the high pressure circuit is connected to a low pressure system by at least two openable non-return valves, wherein the respective non-return valve which is opposite to the high pressure side of the high pressure circuit is opened by the high pressure,
characterised in that the non-return valves (7, 8) are connected to an electronic control device (16) in such a way that switching surge-free change-over between retraction or extension of the differential cylinder (2) and a floating position is possible, and that to provide that floating position of the differential cylinder (2) an electrohydraulic 4/2-way valve (10) or a respective electrohydraulic 3/2-wave valve (28, 29) is arranged between the high pressure circuit and the openable non-return valves (7, 8).
2. A hydraulic system according to claim 1 **characterised in that** the low pressure system (9) is in the form of a storage device charging circuit with a storage device charging valve (21), a pump (20) with a hydraulic storage device (22) and a pressure limiting valve (23).
3. A hydraulic system according to claim 1 **characterised in that** the low pressure system (1) is provided with a pump (20) with a hydraulic storage device (22) and a pressure limiting valve (23).
4. A hydraulic system according to claim 1, claim 2 or claim 3 **characterised in that** the electronic control device (16) is adapted to regulate the delivery amount and the delivery direction of the pump (3) of the high pressure circuit.
5. A hydraulic system according to one of the preceding claims **characterised in that** a controllable shut-off valve (11) is provided at at least one connection of the differential cylinder (2).
6. A hydraulic system according to claim 5 **characterised in that** the controllable shut-off valve (11) is in

the form of a seat valve with 3/2-way pilot control.

7. A hydraulic system according to claim 5 **characterised in that** the controllable shut-off valve (11) is in the form of a continuous valve. 5
8. A hydraulic system according to one of the preceding claims **characterised in that** there are provided further, optionally continuously controllable shut-off valves (17, 18) for alternative and/or simultaneous actuation of further differential cylinders (19). 10
9. A hydraulic system according to one of the preceding claims **characterised in that** provided on the high pressure circuit are connections (25, 26) for a passive oscillation damping system. 15
10. A hydraulic system according to one of the preceding claims **characterised in that** the electronic control device (16), the 4/2-way valve (10) and the shut-off valve (11) and optionally further hydraulic system components that may be present are in the form of an integrated unit with the pump (3) of the high pressure circuit. 20
11. A hydraulic system according to one of the preceding claims **characterised in that** there are provided sensors (12, 13) for detecting the system conditions, in particular the differential cylinder position and the hydraulic pressures. 25 30
12. A hydraulic system according to claim 11 **characterised in that** there is provided an electronic regulating device (14) for regulating the controllable system components in dependence on the measured system condition and user presettings. 35
13. A mobile working machine comprising at least one hydraulic system according to one of claims 1 to 12. 40
14. A mobile working machine according to claim 13 **characterised in that** there are provided a plurality of high pressure circuits with a common low pressure system. 45

Revendications

1. Système hydraulique pour des entraînements linéaires commandés en refoulement, en particulier pour des machines de travail mobiles, comprenant au moins un cylindre différentiel qui est agencé dans un circuit à haute pression fermé doté d'au moins une pompe avec débit quantitatif réglable et inversion de la direction de refoulement, dans lequel le circuit à haute pression, pour compenser le courant volumétrique différentiel, est relié à un système à basse pression via au moins deux clapets antiretour 50

déblocables, le clapet antiretour respectivement opposé au côté haute pression du circuit à haute pression est débloquent par la haute pression,

caractérisé en ce que

les clapets antiretour (7, 8) sont reliés à un dispositif de commande électronique (16) de telle façon qu'une inversion sans à-coups est possible entre un déploiement/rétraction du cylindre différentiel (2) et une position flottante, et

en ce que pour réaliser cette position flottante du cylindre différentiel (2), un distributeur électrohydraulique 4/2 (10) ou un distributeur électrohydraulique 3/2 (28, 29) est agencé entre le circuit à haute pression (4, 5) et les clapets antiretour déblocables (7, 8).

2. Système hydraulique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le système à basse pression (9) est réalisé sous forme de circuit de charge d'accumulateur avec une soupape de charge d'accumulateur (21), une pompe (20) avec accumulateur hydraulique (22), et une valve de limitation de pression (23).

3. Système hydraulique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le système à basse pression (9) est réalisé avec une pompe (20) dotée d'un accumulateur hydraulique (22) et avec une valve de limitation de pression (23). 25 30

4. Système hydraulique selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande électronique (16) est réalisé pour réguler le débit quantitatif et la direction de refoulement de la pompe (3) du circuit à haute pression. 35

5. Système hydraulique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une valve d'isolement commandée (11) à au moins un raccordement du cylindre du différentiel (2). 40

6. Système hydraulique selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la valve d'isolement commandée (11) est réalisée sous forme de valve à siège avec pilotage à 3/2. 45

7. Système hydraulique selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la valve d'isolement commandée (11) est réalisée sous forme de valve continue.

8. Système hydraulique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** d'autres valves d'isolement commandées (17, 18), le cas échéant à commande continue, sont prévues pour le pilotage en alternative et/ou simultanément d'autres cylindres différentiels (19).

9. Système hydraulique selon l'une des revendications

précédentes, **caractérisé en ce que** des raccorde-
ments (25, 26) pour un système passif d'amortisse-
ment des oscillations sont prévus au niveau du circuit
à haute pression.

5

- 10.** Système hydraulique selon l'une des revendications
précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de
commande électronique (16), le distributeur à 4/2
(10) et la valve d'isolement (11), et le cas échéant
d'autres composants existants du système hydrau- 10
lique, sont réalisés sous forme de composants inté-
grés avec la pompe (3) du circuit à haute pression.
- 11.** Système hydraulique selon l'une des revendications
précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu des 15
capteurs (12, 13) pour détecter les états du système,
en particulier la position du cylindre différentiel et les
pressions hydrauliques.
- 12.** Système hydraulique selon la revendication 11, **ca-** 20
ractérisé en ce qu'il est prévu un système de régu-
lation électronique (14) pour réguler les composants
commandés du système, en dépendance de l'état
mesuré du système et d'instructions de la part d'un
utilisateur. 25
- 13.** Machine de travail mobile comprenant au moins un
système hydraulique selon l'une des revendications
1 à 12. 30
- 14.** Machine de travail mobile selon la revendication 13,
caractérisé en ce qu'il est prévu plusieurs circuits
à haute pression avec un système à basse pression
commun. 35

40

45

50

55

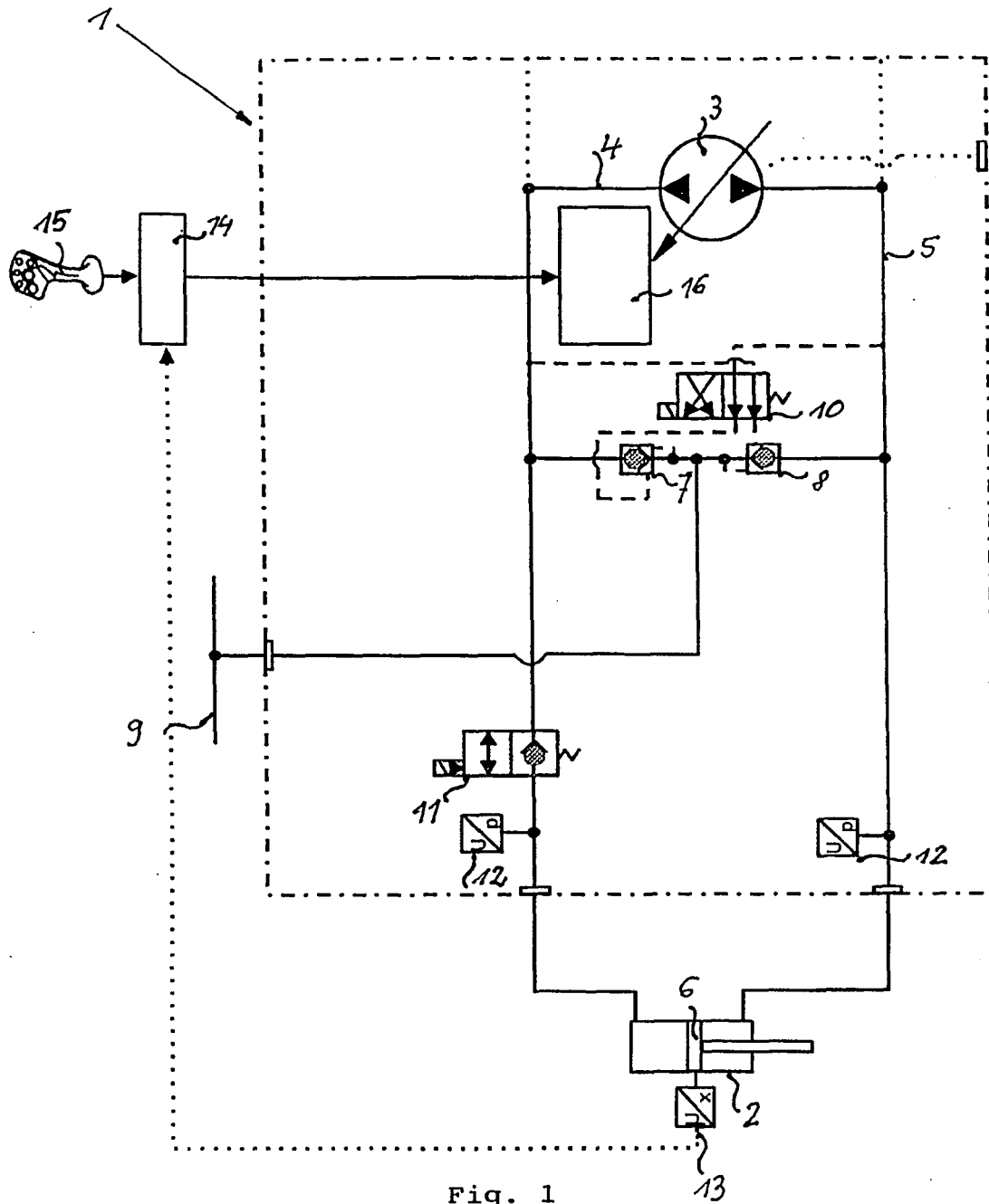


Fig. 1

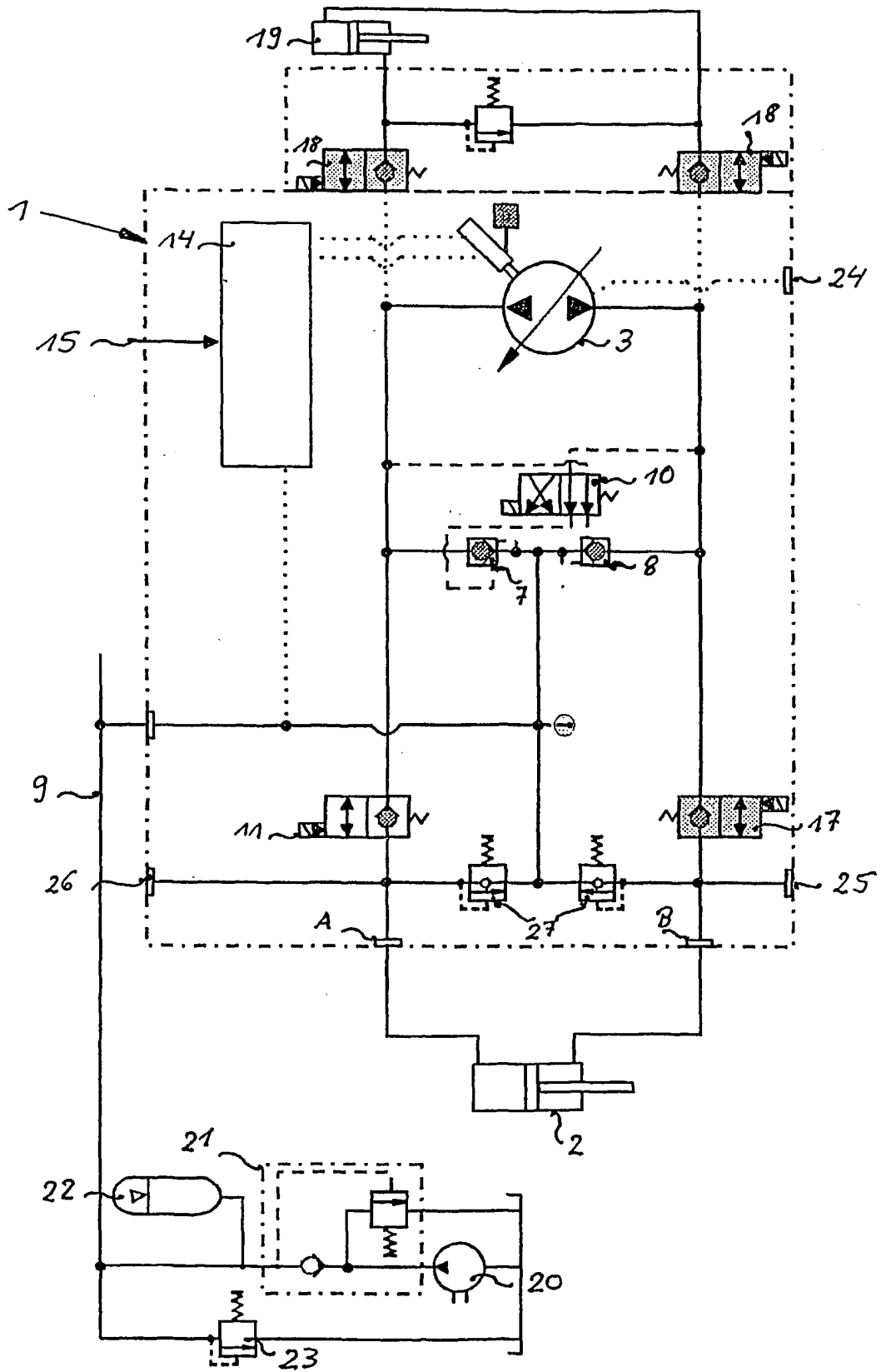


Fig. 2

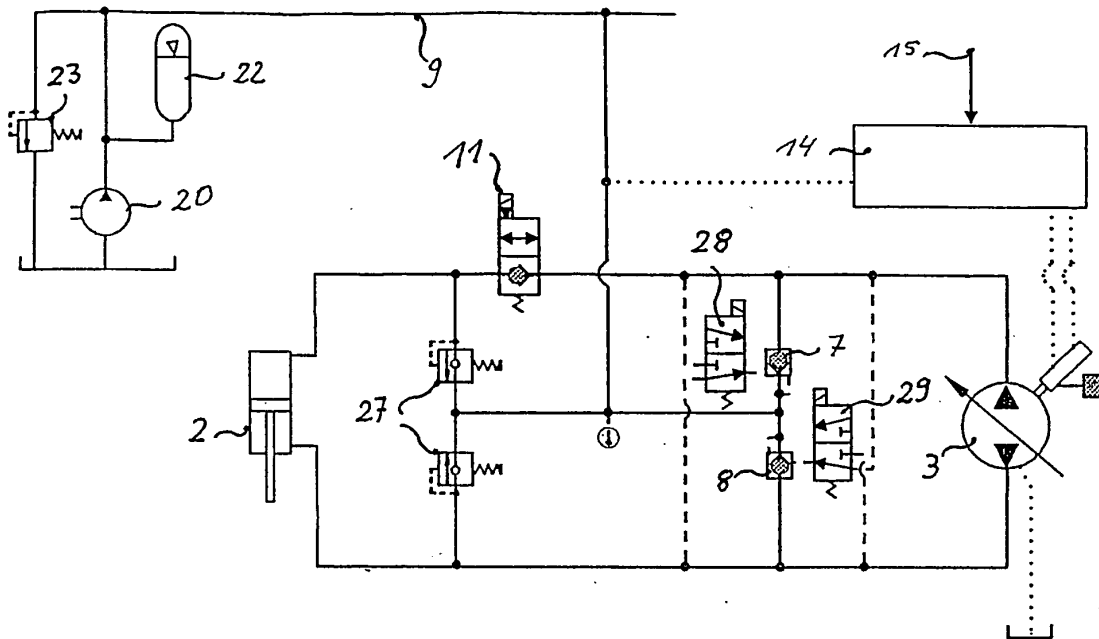


Fig. 3

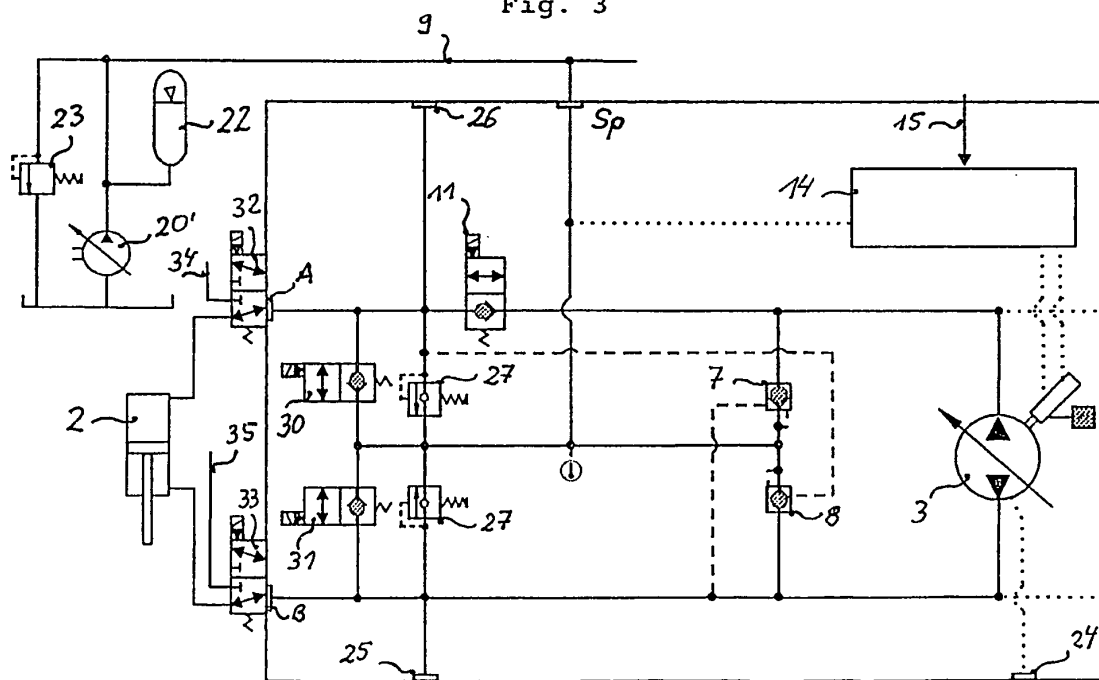


Fig. 4

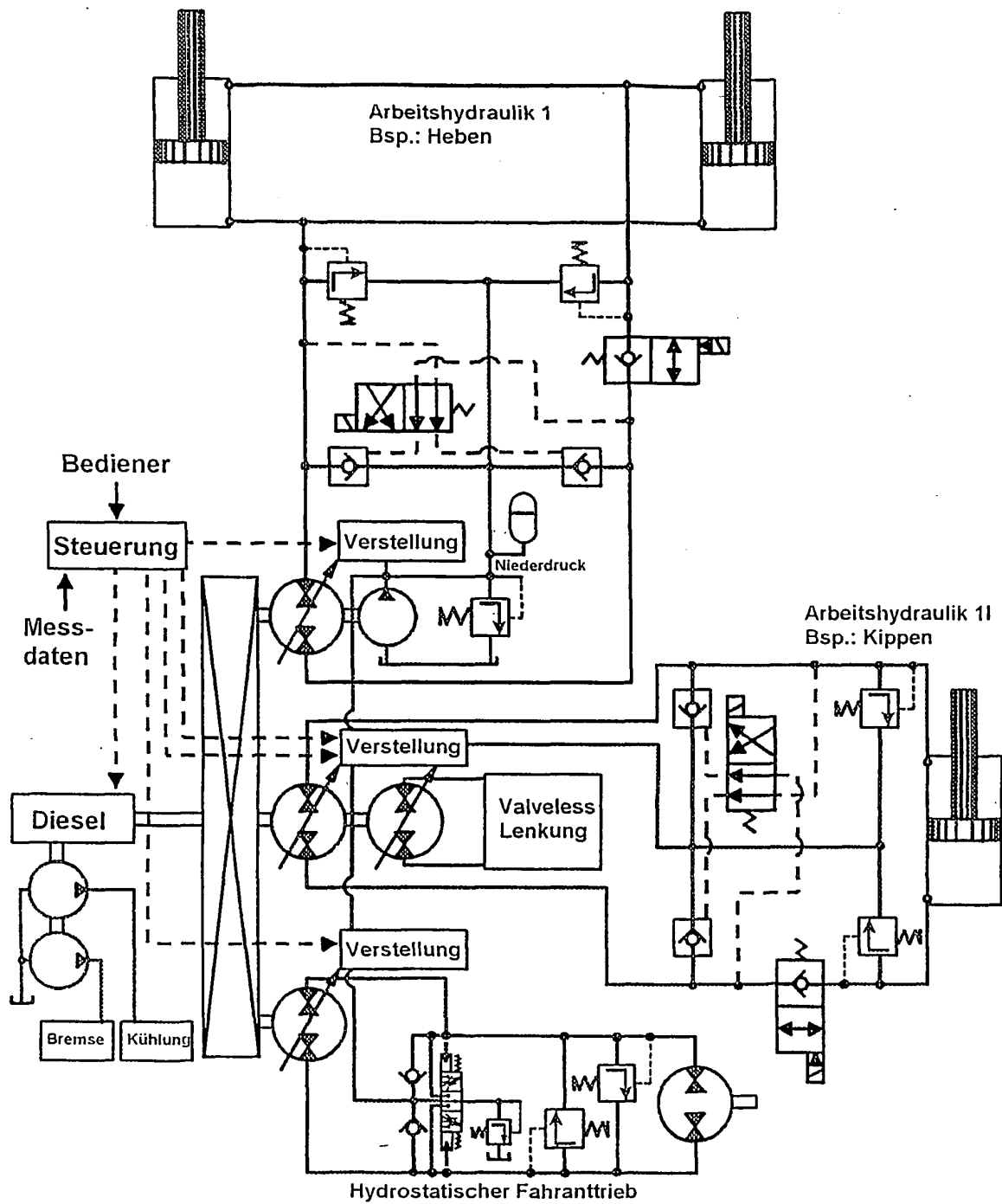


Fig. 5

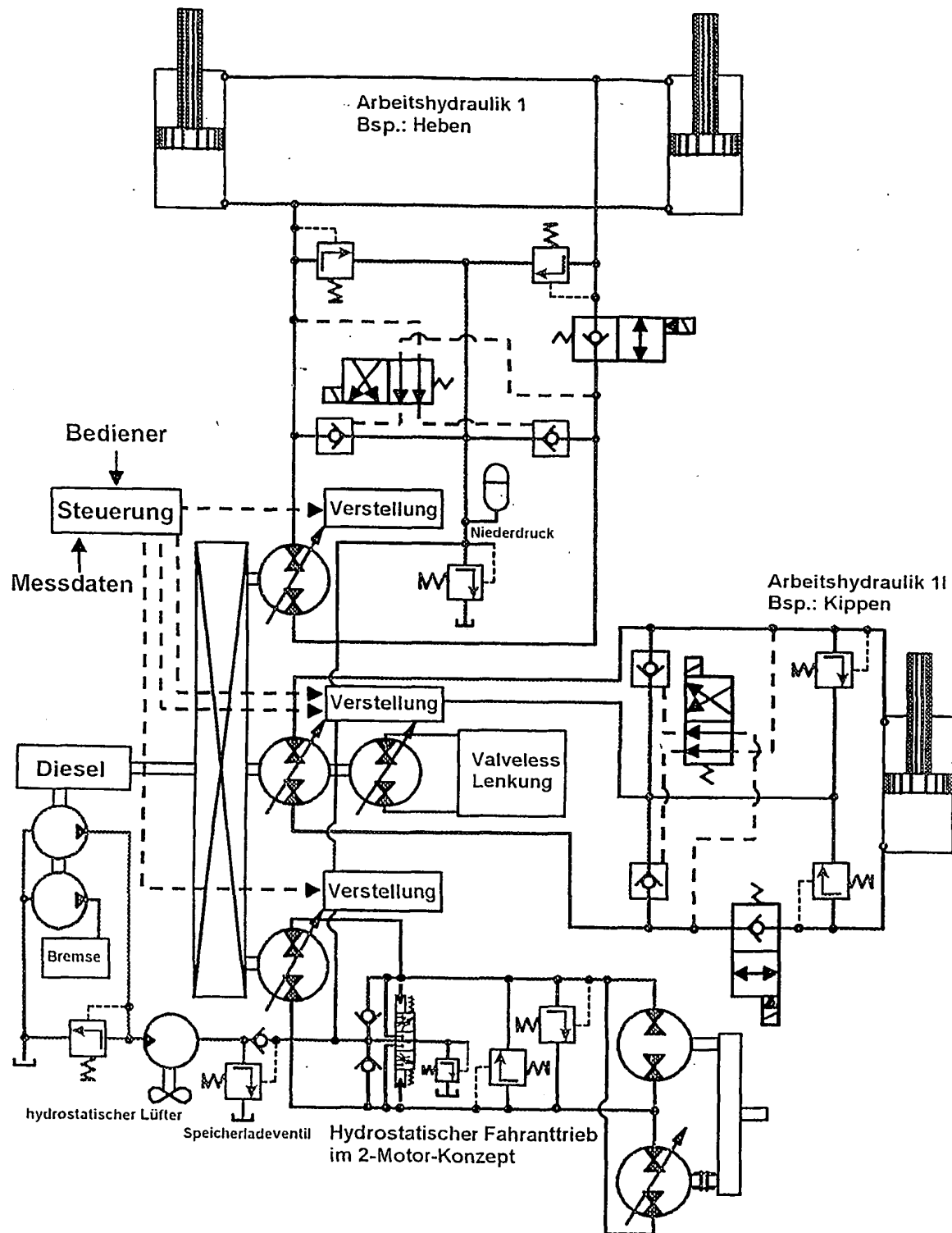


Fig. 6