

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ein Hydrauliksystem mit zumindest zwei Hydraulikkreisen, denen jeweils Hydropumpen zugeordnet sind, wobei im Rahmen einer Baueinheit ein Antrieb einer mit einem ersten Hydraulikkreis zusammenwirkenden Konstantpumpe ausschließlich mit einem Abtrieb eines dem zweiten Hydraulikkreis zugeordneten Hydromotors verbunden ist und wobei innerhalb des ersten Hydraulikkreises hydraulische Verbraucher angeordnet sind.

[0002] Weiterhin betrifft die Erfindung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 5 auch ein Hydrauliksystem mit einem hydrostatischen Antriebssystem, das in einem geschlossenen Arbeitskreis angeordnet ist und eine Hydropumpe sowie zumindest einen Hydromotor aufweist, wobei ein Verdrängungsvolumen der Hydropumpe und/oder ein Schluckvolumen des zumindest einen Hydromotors veränderbar sind, wobei dem Arbeitskreis über eine in einer ersten Einspeiseleitung angeordnete Speisepumpe Druckmittel zugeführt wird und wobei zur Begrenzung eines maximalen Lastdrucks und zum Austausch des im geschlossenen Arbeitskreis befindlichen Druckmittels eine gesteuerte zum Tank führende Spülleitung vorgesehen ist.

[0003] Hydrauliksysteme können aus mehreren Hydraulikkreisen bestehen, wobei in diesen Hydraulikkreisen unterschiedliche Verbraucher, wie zum Beispiel Hydromotoren, Stellantriebe usw. angeordnet sind und diese zumeist mit unterschiedlichen Betriebsdrücken und Förderströmen betrieben werden. Weiterhin können Hydraulikkreise als offene oder geschlossene Kreisläufe ausgebildet sein. Bei einem offenen Kreislauf saugt eine Hydropumpe Flüssigkeit aus einem Tank an und verdrängt diese in das angeschlossene System, aus dem die Flüssigkeit wieder in den Tank gelangt. Unter einem geschlossenen Kreislauf versteht man dagegen ein System, das vorzugsweise aus einer Hydropumpe und zumindest einem Hydromotor besteht, wobei der Umlauf der Druckflüssigkeit von der Hydropumpe über den zumindest einen Hydromotor zurück in den Sauganschluss der Hydropumpe führt. Hydropumpen und Hydromotoren, die nachfolgend auch als hydrostatische Maschinen bezeichnet werden, können ein konstantes oder veränderbares Fördervolumen beziehungsweise Schluckvolumen aufweisen und als Zahnradpumpen beziehungsweise -motoren oder als Axialpumpen beziehungsweise -motoren ausgebildet sein. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Radialkolben- oder Flügelzellenpumpen als Hydropumpen zu verwenden. Sofern das Förder- oder Schluckvolumen konstant ist, werden die hydrostatischen Maschinen auch als Konstantpumpe oder -motor bezeichnet.

[0004] Ein Hydrauliksystem der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Gattung ist aus der DE 10 2009 029 840 A1 bekannt. Dabei ist bei den unterschiedlichen Ausgestaltungsbeispielen der erste Hy-

draulikkreis jeweils als geschlossener Kreislauf für ein hydrostatisches Antriebssystem ausgebildet. Zu diesem Zweck weist der geschlossene Kreislauf eine Hydropumpe und einen Hydromotor auf, deren Verdrängungs- beziehungsweise Schluckvolumen veränderbar sind. Dadurch können die Drehzahl und die Drehrichtung einer mechanisch mit dem Abtrieb des Hydromotors verbundenen Seilwinde verändert werden. Weiterhin ist ein zweiter Hydraulikkreis vorgesehen, der als offener Kreislauf ausgebildet ist und in den eine von einem Verbrennungsmotor angetriebene Verstellpumpe Flüssigkeit fördert. Der entsprechende Volumenstrom wird einem stromabwärts der Verstellpumpe angeordneten Hydromotor zugeführt, der ein konstantes Schluckvolumen aufweist. Eine Abtriebswelle dieses in dem zweiten Hydraulikkreis angeordneten Hydromotors dient als Abtriebswelle einer Konstantpumpe, welche als Speisepumpe Druckmittel in den ersten Hydraulikkreis fördert. Diese Einspeisung soll dabei zur Vermeidung von Kavitation im ersten Hydraulikkreis sowie zur Nachförderung von Hydraulikfluid, welches aufgrund von externen Leckagen aus dem Hydraulikkreislauf entweicht, erfolgen. Eine entsprechende von der Speisepumpe ausgehende Einspeiseleitung führt dabei dem ersten Hydraulikkreis das entsprechende Hydraulikfluid über ein Doppelschlagventil zu.

[0005] Weiterhin ist ein Hydrauliksystem der im Oberbegriff des Patentanspruchs 5 angegebenen Gattung aus der DE 10 2010 045 857 A1 bekannt. In diesem Dokument wird ein als Fahrtrieb dienender hydrostatischer Antrieb beschrieben, in dessen geschlossenem Arbeitskreis im Wesentlichen eine Hydropumpe mit verstellbarem Fördervolumen sowie zwei jedem Radantrieb zugeordnete Hydromotoren mit konstantem Schluckvolumen vorgesehen sind. Innerhalb eines Pumpenaggregats, das die zuvor erwähnte verstellbare Hydropumpe aufnimmt, befindet sich außerdem eine als Konstantpumpe ausgebildete Speisepumpe, die gemeinsam mit der verstellbaren Hydropumpe über eine Abtriebswelle angetrieben wird. Von der Speisepumpe geht eine Einspeiseleitung aus, die über zwei mit Rückschlagventilen versehene Fluidpfade Druckmittel in den geschlossenen Arbeitskreis einspeisen kann. Im Bereich dieser Fluidpfade befinden sich außerdem Druckbegrenzungsventile, über die der Druck in dem mit Hochdruck betriebenen Fluidpfad des Arbeitskreises auf beispielsweise 250 bar eingestellt sein soll. Jedes dieser Druckbegrenzungsventile kann folglich bei Überschreiten dieses Grenzwertes des Druckes Druckmittel abfließen lassen, welches schließlich über ein stromabwärts der Einspeiseleitung vorgesehenes weiteres Druckbegrenzungsventil bei Überschreiten eines Drucks von beispielsweise 30 bar das Druckmittel in den Tank ableitet.

[0006] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in einem Hydrauliksystem, das aus zumindest zwei Hydraulikkreisen oder aus einem geschlossenen hydrostatischen Arbeitskreis mit einer Speisepumpe und einer zum Tank führenden Spülleitung besteht, die Verlustleis-

tung zu reduzieren und eine Anordnung mit günstigen Bauraumanforderungen zu schaffen.

[0007] Diese Aufgabe wird, ausgehend vom Oberbegriff des Patentanspruchs 1, durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Danach sollen innerhalb des zweiten Arbeitskreises neben dem Hydromotor weitere Verbraucher angeordnet sein, und die Baueinheit soll als Druckübersetzer ausgebildet sein, mit dem die hydraulischen Leistungen beider Hydraulikkreise selbsttätig auf ein Gleichgewicht oder eine feste Relation zueinander einstellbar sind.

[0008] Somit ist der als Konstantmotor ausgebildete Hydromotor in den zweiten Hydraulikkreis eingebunden, wobei in diesem Hydraulikkreis Verbraucher, wie zum Beispiel hydraulische Stellantriebe, weitere Hydromotoren usw., mit dem Druckmittel aus einer Hydropumpe versorgt werden. Der Hydromotor ist vorzugsweise als Umlaufverdrängermaschine ausgebildet und wird von dem aus dem zweiten Hydraulikkreis zugeführten Druckmittelstrom angetrieben. Die Konstantpumpe kann mit dem ersten Hydraulikkreis zusammenwirken, indem sie über eine Leitung Druckmittel in diesen fördert, oder sie kann unmittelbar in dem ersten Hydraulikkreis angeordnet sein. Von einem Rotor des Hydromotors geht eine mechanische Antriebsverbindung aus, die zu einem Förderelement der Konstantpumpe führt. Die Abtriebsleistung des Hydromotors P_{ab} entspricht daher der Antriebsleistung der Konstantpumpe P_{an} . Im Übrigen gilt die folgende Beziehung

$$\frac{p_{ab}}{p_{an}} = \frac{Q_{an}}{Q_{ab}} = \frac{V_{an}}{V_{ab}}$$

[0009] Dabei ist

p_{ab}	Betriebsdruck in dem zum Hydromotor führenden Leitungsabschnitt des zweiten Hydraulikkreises
p_{an}	ausgangsseitiger Betriebsdruck der Konstantpumpe
P_{ab}	Abtriebsleistung des Hydromotors
P_{an}	Antriebsleistung der Hydropumpe
Q_{ab}	Förderstrom der Konstantpumpe
Q_{an}	Schluckstrom der Hydropumpe
V_{ab}	geometrisches Schluckvolumen des Hydromotors
V_{an}	geometrisches Fördervolumen der Konstantpumpe

[0010] Daraus ergibt sich weiterhin, dass das Abtriebsdrehmoment des Hydromotors dem Antriebsdrehmoment der Konstantpumpe entspricht:

$$M_{ab} = M_{an}$$

[0011] Die Antriebsleistung P_{an} der Hydropumpe ergibt sich aus

$$P_{an} = \frac{p_{an} \times Q_{an}}{600 \times \eta_{ges}}$$

während sich die Abtriebsleistung des Konstantmotors ergibt als

$$P_{ab} = \frac{\Delta p_{ab} \times Q_{ab} \times \eta_{ges}}{600}$$

[0012] Wenn man den Gesamtwirkungsgrad η_{ges} jeweils nicht berücksichtigt, und davon ausgeht, dass die Konstantpumpe Flüssigkeit aus dem Tank ansaugt und verdichtet, während der Hydromotor an seinem Druckmittelauslass die Flüssigkeit drucklos an den Tank abgibt, so ergibt sich die Beziehung

$$Q_{ab} \times p_{ab} = Q_{an} \times p_{an}$$

[0013] Daher können mittels der Baueinheit ein in dem zweiten Hydraulikkreis auftretender hoher Druck sowie ein geringer Volumenstrom in einen geringen Druck und einen hohen Volumenstrom in der dem ersten Hydraulikkreis zugeordneten Leitung übersetzt werden.

[0014] Der Hydromotor und die Konstantpumpe können aber auch so ausgelegt sein, dass bei einem Gleichgewicht ein niedriger Druck und ein hoher Volumenstrom am Einlass des Hydromotors herrschen, während an der Konstantpumpe auslassseitig ein hoher Druck und ein niedriger Volumenstrom realisiert werden. Bricht demzufolge der Druck p_{an} am Ausgang der Konstantpumpe ein, wobei in diesem Hydraulikkreis ein hoher Volumenstrombedarf auftritt, so wird die Konstantpumpe zur Erhöhung des Drucks vom Hydromotor so lange angetrieben, bis das System mit den vorgenannten Vorgaben wieder im Gleichgewicht ist.

[0015] Die Konstantpumpe kann dabei eine Speisepumpe für die Einspeisung in einen geschlossenen Kreislauf eines hydrostatischen Getriebes sein. Sofern erforderlich, kann in der mechanischen Antriebsverbindung auch ein Freilauf vorgesehen sein, der den Antrieb der Konstantpumpe vom Abtrieb des Konstantmotors abkuppelt, wenn in dem der Konstantpumpe zugeordneten Hydraulikkreis ein relativ großer Volumenstrom gefördert

wird, wohingegen der Volumenstrom am Konstantmotor stark reduziert oder gesperrt ist.

[0016] Demgegenüber ist nach der DE 10 2009 029 840 A1 eine Verstellpumpe vorgesehen, die über eine Druckregelung verstellt wird und somit ein Fördervolumen und einen Druck in einem zum Hydromotor führenden Leitungsabschnitt verstellt, wobei dieser Leitungsabschnitt als zweiter Hydraulikkreis im Sinne der vorliegenden Erfindung anzusehen wäre. Dieser Leitungsabschnitt dient aber ausschließlich zur Versorgung der Konstantpumpe mit Druckmittel. Eine entsprechende feste Beziehung zwischen den hydraulischen Leistungen beider Hydraulikkreise ist, zumal der Volumenstrom mit Hilfe der Verstellpumpe variiert wird, nicht vorgesehen. Die vorbekannte Einrichtung betrifft einen hydrostatischen Antrieb einer Speisepumpe und keinen zwischen unterschiedlichen Hydraulikkreisen angeordneten Druckübersetzer.

[0017] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung soll der zweite Hydraulikkreis für eine Arbeitshydraulik eines selbstfahrenden Mähdreschers vorgesehen sein, während der erste Hydraulikkreis Bestandteil eines hydrostatischen Antriebes für die Förder- und Trennelemente eines Erntevorsatzes, wie zum Beispiel einer Maispflückeinrichtung, des selbstfahrenden Mähdreschers ist. Wie bereits dargelegt, kann der erste Hydraulikkreis, über den der Erntevorsatz mit unterschiedlichen Drehzahlen und in unterschiedlichen Drehrichtungen angetrieben werden soll, über die als Speisepumpe ausgebildete Konstantpumpe bei Bedarf mit Druckmittel versorgt werden.

[0018] Die entsprechende Einspeiseleitung ist dabei über Rückschlagventile oder Druckbegrenzungsventile mit dem ersten Hydraulikkreis verbunden, so dass bei Bedarf jeweils in den mit Niederdruck betriebenen Abschnitt des ersten Hydraulikkreises eingespeist werden kann. Ein entsprechender Reversierbetrieb des Antriebes des Erntevorsatzes ist beispielsweise bei einem Maisvorsatz erforderlich, damit dieser gegenüber der normalen Drehrichtung in einen Rückwärtsbetrieb geschaltet werden kann, wenn im Bereich der Förder- und Aufbereitungselemente, wie beispielsweise der Einzugsorgane und/oder der Pflückwalzen und/oder eines Schrägförderers eine Verstopfung durch das Erntegut aufgetreten ist.

[0019] Weiterhin bezieht sich die vorliegende Erfindung auch auf ein Hydrauliksystem mit den gattungsbildenden Merkmalen des Patentanspruchs 5, wobei die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale dieses Patentanspruchs 5 gelöst wird.

[0020] Danach soll in der Spülleitung eine erste hydrostatische Maschine angeordnet sein. Das Hydrauliksystem weist weiterhin einen Hydraulikkreis einer Arbeits- oder Niederdruckhydraulik auf, mit dem eine zweite hydrostatische Maschine Druckmittel über eine Leitung, die auch als zweite Einspeiseleitung ausgebildet sein kann, in die erste Einspeiseleitung und/oder in die Arbeits- oder Niederdruckhydraulik fördert. Außerdem ist ein An-

triebssystem der beiden hydrostatischen Maschinen derart ausgebildet, dass die erste und die zweite hydrostatische Maschine sich ausschließlich gegenseitig antreiben, also kein separater Antrieb vorhanden ist. Die aus den beiden hydrostatischen Maschinen bestehende Einheit bildet dabei einen Druckübersetzer. Die hydrostatischen Maschinen werden jeweils als Hydraulikmotor mit konstantem Schluckvolumen oder als Hydraulikpumpe mit konstantem Verdrängungsvolumen betrieben. Durch die in der Spülleitung angeordnete erste hydrostatische Maschine wird erfindungsgemäß das nach dem Stand der Technik vorgesehene Druckbegrenzungsventil ersetzt.

[0021] Ist der Druck in dem geschlossenen Arbeitskreis des hydrostatischen Antriebssystems hoch genug, so wird aus diesem Arbeitskreis über die Spülleitung ausgespült. Dadurch stehen an der in dieser angeordneten ersten hydrostatischen Maschine ein Druck und ein Volumenstrom an, und der Volumenstrom treibt die erste hydrostatische Maschine als Hydraulikmotor an. Das führt dazu, dass die trieblich mit dem Hydraulikmotor verbundene zweite hydrostatische Maschine als Hydraulikpumpe mit konstantem Verdrängungsvolumen Druckmittel in die Arbeits- oder Niederdruckhydraulik fördert. Dieser Zustand tritt ein, wenn ein Ungleichgewicht zwischen den hydraulischen Leistungen der beiden hydrostatischen Maschinen aufgetreten ist. Ist dagegen der Druck in der Spülleitung und somit der entsprechende Druck des aus dem geschlossenen Arbeitskreis ausströmenden Druckmittels zu gering, so wird die erste hydrostatische Maschine zur Hydraulikpumpe und fördert Druckmittel aus dem Tank in die Spülleitung, wobei der Antrieb über die zweite hydrostatische Maschine, die zur Hydraulikpumpe wird, erfolgt.

[0022] Das setzt voraus, dass an dieser zweiten hydrostatischen Maschine aus der Arbeits- oder Niederdruckhydraulik ein entsprechender Volumenstrom mit einem entsprechenden Druck ansteht. Der Druckübersetzer arbeitet dabei nach dem bereits im Zusammenhang mit dem Patentanspruch 1 beschriebenen Prinzip, wonach über den Druckübersetzer ein Gleichgewicht der hydraulischen Leistungen beider Leitungsabschnitte, denen die beiden hydrostatischen Maschinen zugeordnet sind, hergestellt wird. Befinden sich der Druck des Hydraulikmediums in der Spülleitung und der Druck des Hydraulikmediums in der Leitung der Arbeits- oder Niederdruckhydraulik in Folge der Funktion des Druckübersetzers, also seines Druckübersetzungsverhältnisses, im Gleichgewicht so steht die gesamte Einheit still. Im Normalfall kann durch das Fördern eines Volumenstroms mittels der Hydraulikpumpe des Druckübersetzers in den Niederdruck- beziehungsweise Arbeitskreislauf ein Teil der Energie des über die Spülleitung abgeführten Druckmittels zurückgewonnen werden. Nur ein kleiner Teil wird aufgrund der Verluste der Druckübersetzungseinheit in Wärme umgewandelt.

[0023] Demgegenüber weist der geschlossene Kreislauf nach der DE 10 2010 045 857 A1 ein Druckbegren-

zungsventil auf, über welches Druckmedium aus dem geschlossenen Arbeitskreis in den Tank abgeführt wird. Beim Ausspülen von warmem Druckmedium aus dem Arbeitskreis muss der Gegendruck des Druckbegrenzungsventils überwunden werden. Die Energie des abströmenden Druckmediums wird also nicht ausgenutzt, sie führt nur dazu, dass sich das Druckmedium stärker erwärmt.

[0024] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung soll der geschlossene Hydraulikkreis je nach Lastzuständen mit einem Niederdruckabschnitt und einem Hochdruckabschnitt betrieben werden, wobei der Niederdruckabschnitt über ein hydraulisch vorgesteuertes 3/3-Wegeventil mit der Spülleitung verbindbar ist. Über dieses Wegeventil wird also in Abhängigkeit vom Druck des geschlossenen Hydraulikkreises eine bestimmte Druckmittelmenge in die Spülleitung abgesteuert, wobei dieses Druckmittel in den Druckübersetzer gelangt.

[0025] Weiterhin kann die zweite Einspeiseleitung in die erste Einspeiseleitung einmünden. Dabei besteht die Möglichkeit, über die Speisepumpe Druckmittel, das in vorteilhafter Weise von dem erfindungsgemäßen Druckübersetzer unterstützt wird, in die Arbeits- oder Niederdruckhydraulik zu fördern. Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, über die Speisepumpe die Niederdruckhydraulik zu versorgen, während über einen separaten Kreislauf, in den der Druckübersetzer einspeisen kann, Druckmittel in die Arbeitshydraulik gefördert wird. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, das aus dem Druckübersetzer zur Verfügung gestellte Druckmittel in einem Hydrauliksystem zu verwenden.

[0026] Die Erfindung ist nicht auf die angegebene Kombination der Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1 und 5 und der von diesen Patentansprüchen abhängigen Patentansprüche beschränkt. Es ergeben sich darüber hinaus Möglichkeiten, einzelne Merkmale, soweit sie aus den Patentansprüchen, den Vorteilsangaben zu den Patentansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung des Ausführungsbeispiels oder zumindest aus den Zeichnungen hervorgehen, miteinander zu kombinieren. Die Bezugnahme der Patentansprüche auf die Zeichnung durch entsprechende Verwendung von Bezugszeichen soll den Schutzzumfang der Patentansprüche nicht beschränken.

[0027] Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung verwiesen, in der drei Ausführungsbeispiele vereinfacht dargestellt sind. Es zeigen:

Figur 1 ein Schaltbild eines erfindungsgemäßen Hydrauliksystems mit zwei Hydraulikkreisen, welches beispielsweise für einen Antrieb eines Erntevorsatzes und eine Druckmittelversorgung von Verbrauchern einer Arbeitshydraulik verwendet werden kann,

Figur 2 ein Schaltbild, welches separat eine Anordnung eines Druckverstärkers in zwei Hydraulikkreisen zeigt,

Figur 3 ein Schaltbild eines hydrostatischen Antriebssystems mit einer Speisepumpe sowie einem parallel dazu betriebenen Hydraulikkreis einer Arbeits- oder Niederdruckhydraulik und

Figur 4 ein Schaltbild eines geschlossenen Arbeitskreises für ein hydrostatisches Antriebssystem, wobei eine Speisepumpe mit einem Hydraulikkreis einer Arbeits- oder Niederdruckhydraulik verbunden ist.

[0028] In der Figur 1 ist mit 1 ein erster Hydraulikkreis bezeichnet, der für ein hydrostatisches Antriebssystem vorgesehen ist. Der erste Hydraulikkreis 1 weist eine Hydropumpe 2 auf, deren Verdrängungsvolumen über ein Stellelement 3 veränderbar ist. Das Stellelement 3 kann dabei Bestandteil einer Leistungsregelung sein. Wie aus der Darstellung hervorgeht, soll die Hydropumpe 2 derart verstellbar sein, dass sich durch die Verstellung das Verdrängungsvolumen und ab einem bestimmten Schwenkwinkel der nicht näher dargestellten Förderelemente die Durchflussrichtung ändern.

[0029] Von der Hydropumpe 2 gehen Pumpenleitungen 4 und 5 aus, von denen je nach Förderrichtung der Hydropumpe 2 eine einen mit Hochdruck betriebenen Leitungsabschnitt und eine einen mit Niederdruck betriebenen Leitungsabschnitt des ersten Hydraulikkreises 1 bilden. Die Pumpenleitungen 4 und 5 führen zu einem Hydromotor 6, der beispielsweise für einen Antrieb eines nicht näher dargestellten Erntevorsatzes einer selbstfahrenden Erntemaschine vorgesehen ist. Bei diesem Erntevorsatz kann es sich um eine Maispflückeinrichtung handeln, die unter anderem über den Hydromotor 6 angetriebene Förderelemente und Pflückwalzen aufweist. Außerdem kann über den Hydromotor auch ein Schrägförderer der Erntemaschine angetrieben werden.

[0030] Der Hydromotor 6 weist im vorliegenden Fall ein konstantes Schluckvolumen auf. Es besteht natürlich die Möglichkeit, auch den Hydromotor 6 verstellbar auszubilden, also dessen Schluckvolumen mittels der vorgenannten Leistungsregelung zu verändern. Darüber hinaus können in dem ersten Hydraulikkreis 1, der als geschlossener Kreislauf ausgebildet ist, auch mehrere Hydromotoren angeordnet sein. In diesem Fall können die einzelnen Hydromotoren beispielsweise als Radmotoren für einen Fahrtrieb einer Arbeitsmaschine verwendet werden. Der erste Hydraulikkreis 1 kann auch einem leistungsverzweigten Umlaufräderwechselgetriebe zugeordnet werden, wobei die Stelleistung über den hydrostatischen Zweig fließt.

[0031] Neben diesem ersten Hydraulikkreis 1 ist ein zweiter Hydraulikkreis 7 vorgesehen, der als offener Kreislauf ausgebildet ist. Dabei fördert eine Hydraulikpumpe 8 aus einem Tank 9 Flüssigkeit über eine Druckleitung 10 zu mehreren hydraulischen Verbrauchern 11. Von diesen aus gelangt das Druckmittel über Leitungsabschnitte 12 und 13 wieder zurück in den Tank 9. Weiterhin ist eine als Druckübersetzer 14 ausgebildete Bau-

einheit vorgesehen, die aus einem zwischen den Leitungsabschnitten 12 und 13 angeordneten Konstantmotor 15 und einer Konstantpumpe 16 besteht. Im vorliegenden Fall erfolgt ein Antrieb der Konstantpumpe 16 ausschließlich über den Konstantmotor 15, wofür die entsprechenden Rotoren von Konstantmotor 15 und Konstantpumpe 16 über eine mechanische Antriebsverbindung 17 aneinander gekuppelt sind. Es kann sich dabei um einen direkten Durchtrieb oder um eine mechanische Antriebsverbindung 17 mit Bauelementen zur Drehzahlübersetzung handeln. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Antriebsverbindung 17 mit einem Freilauf zu versehen, insbesondere dann, wenn der Konstantpumpe 16 eine weitere Pumpe vorgeschaltet ist.

[0032] Die Konstantpumpe 16 fördert Hydraulikfluid aus dem Tank 9 in eine Speiseleitung 18, von der aus das Druckmittel über Rückschlagventile 19 und 20 in den ersten Hydraulikkreis 1 gefördert werden kann. Mit dem als Baueinheit der Konstantpumpe 16 und des Konstantmotors 15 ausgebildeten Druckübersetzers 14 wird erreicht, dass zwischen den Leitungsabschnitten 12 und 13 einerseits und der Speiseleitung 18 andererseits selbsttätig ein Gleichgewicht herstellbar ist. Wenn das Gleichgewicht besteht, also kein Volumenstrombedarf in der Speiseleitung 18 besteht, so stehen die Rotoren des Druckübersetzers 14 still. Wenn allerdings Druckmittel über die Speiseleitung 18 gefördert werden soll, also ein Volumenstrombedarf vorhanden ist, so wird die Konstantpumpe 16 so lange angetrieben, bis keine Erhöhung des Volumenstroms mehr erforderlich ist.

[0033] In der Figur 2 ist nochmals im Einzelnen die Anordnung eines Druckübersetzers 19 in einem ersten Hydraulikkreis 21 und einem zweiten Hydraulikkreis 20 dargestellt. Innerhalb des ersten Hydraulikkreises 21 ist eine erste hydrostatische Maschine 23 angeordnet, während sich innerhalb des zweiten Hydraulikkreises 20 eine zweite hydrostatische Maschine 22 befindet. Die beiden hydrostatischen Maschinen 22 und 23 sind derart ausgebildet, dass sie jeweils als Pumpe oder als Motor betrieben werden können und dabei ihre Stromrichtung umgekehrt wird.

[0034] Wenn in der Anordnung nach der Figur 2 ein Hydraulikfluid im zweiten Hydraulikkreis 20 durch einen Verbraucher 24 beziehungsweise ein diesem zugeordnetes Wegeventil strömt, so passiert es die zweite hydrostatische Maschine 22, die in diesem Fall als Hydromotor arbeitet und gelangt in einen Tank 25. Wenn zwischen den beiden hydrostatischen Maschinen 22 und 23 ein Ungleichgewicht der Leistungen herrscht, wirkt die erste hydrostatische Maschine 23 als Konstantpumpe und fördert Druckmittel aus einem weiteren Tank 26 zu einem Verbraucher 27. Wenn im umgekehrten Fall im ersten Hydraulikkreis 21 ein Leistungsbedarf auftritt, wird die erste hydrostatische Maschine 23 als Hydromotor von dem aus dem Verbraucher 27 abströmenden Druckmedium angetrieben und treibt weiterhin die zweite hydrostatische Maschine 22, die dann als Pumpe wirkt, an. Dabei herrschen zwischen den beiden hydrostatischen

Maschinen folgende Bedingungen:

$$\frac{p_{ab}}{p_{an}} = \frac{Q_{an}}{Q_{ab}} = \frac{V_{an}}{V_{ab}}$$

[0035] Dabei ist

p_{ab}	Betriebsdruck in dem Leitungsabschnitt des entsprechenden Hydraulikkreises, der zu der als Hydromotor wirkenden hydrostatischen Maschine führt,
p_{an}	ausgangsseitiger Betriebsdruck der als Konstantpumpe wirkenden hydrostatischen Maschine
P_{ab}	Abtriebsleistung des jeweiligen Hydromotors
P_{an}	Antriebsleistung der jeweiligen Hydropumpe
Q_{ab}	Förderstrom der jeweiligen Konstantpumpe
Q_{an}	Schluckstrom der jeweiligen Hydropumpe
V_{ab}	geometrisches Schluckvolumen des jeweiligen Hydromotors
V_{an}	geometrisches Fördervolumen der jeweiligen Konstantpumpe

[0036] Daraus ergibt sich weiterhin, dass das Abtriebsdrehmoment des Hydromotors dem Antriebsdrehmoment der Konstantpumpe entspricht:

$$M_{ab} = M_{an}$$

[0037] Die Antriebsleistung P_{an} der Hydropumpe ergibt sich aus

$$P_{an} = \frac{p_{an} \times Q_{an}}{600 \times \eta_{ges}}$$

während sich die Abtriebsleistung des Konstantmotors ergibt als

$$P_{ab} = \frac{\Delta p_{ab} \times Q_{ab} \times \eta_{ges}}{600}$$

[0038] Daraus resultiert bei einer Kupplung der beiden hydrostatischen Maschinen aneinander und bei Vernachlässigung des jeweiligen Gesamtwirkungsgrades die Beziehung:

$$Q_{ab} \times p_{ab} = Q_{an} \times p_{an}$$

[0039] Die Figuren 3 und 4 zeigen jeweils eine Verwendung eines erfindungsgemäß ausgebildeten Druckübersetzers in einem Hydrauliksystem, das einen Arbeitskreis für ein hydrostatisches Antriebssystem aufweist. Der entsprechende Arbeitskreis 28 weist dabei eine Hydropumpe 29 auf, deren Fördervolumen veränderbar ist. Dabei ist die Hydropumpe 29 derart ausgebildet, dass sie in unterschiedliche Richtungen fördern kann, so dass sich mit dem hydrostatischen Antriebssystem eine Drehrichtungsumkehr erzielen lässt. Weiterhin ist in dem als geschlossener Kreislauf ausgebildeten Arbeitskreis 28 ein Hydromotor 30 angeordnet, dessen Schluckvolumen veränderbar ist. Aufgrund der Änderung der Förderrichtung der Hydropumpe 29 und ggf. aufgrund eines vom Radantriebssystem eines Fahrzeugs auftretenden Schubbetriebs können die beiden Zweige 31 und 32 des Arbeitskreises 28 entweder als Hochdruck- oder als Niederdruckleitung betrieben werden. Zwischen diesen Zweigen 31 und 32 sind Druckbegrenzungsventile 33 und 34 angeordnet.

[0040] Gemeinsam mit der Hydropumpe 29 wird eine Speisepumpe 35 angetrieben, die Druckmittel aus einem Tank 36 ansaugt und mit einem Speisedruck von beispielsweise 20 bis 30 bar über eine Einspeiseleitung jeweils in den Niederdruckzweig des Arbeitskreises 28 einspeist. Das geschieht über Rückschlagventile 38 und 39.

[0041] Weiterhin ist jeder der beiden Zweige 31 bzw. 32 des Arbeitskreises 28 mit einem hydraulisch vorgesteuerten 3/3-Wegeventil 40 verbunden, welches in seinen beiden Arbeitsstellungen jeweils aus einem der Zweige 31 oder 32 Druckmittel in eine Spülleitung 41 fördert. Dieser Spülleitung 41 ist ein Druckübersetzer 42 zugeordnet, der aus einer ersten hydrostatischen Maschine 43 und einer zweiten hydrostatischen Maschine 44 besteht. Der Druckübersetzer 42 entspricht hinsichtlich seines Aufbaus und seiner Funktionsweise dem im Zusammenhang mit der Figur 2 erläuterten Druckübersetzer 19, das heißt, die beiden hydrostatischen Maschinen 43 und 44 können mit unterschiedlichen Stromrichtungen betrieben werden und als Konstantpumpe oder als Konstantmotor arbeiten.

[0042] Nach der Figur 3 steht die zweite hydrostatische Maschine 44 über eine Leitung 45 mit einem Hydraulikkreis 46 in Verbindung, der als offener Kreislauf ausgebildet ist. Der Hydraulikkreis 46 weist eine Verstellpumpe 47 auf, die Druckmittel aus dem Tank 36 ansaugt und Verbrauchern 47 und 48 zuführt. Es handelt sich dabei um eine Arbeitshydraulik, beispielsweise einer selbstfahrenden Erntemaschine. Die Einspeiseleitung 37, die von der Speisepumpe 35 ausgeht, führt außerdem zu einer Niederdruckhydraulik 49.

[0043] Mittels des Druckübersetzers 42, dessen erste hydraulische Maschine 43 primär als Konstantmotor in

der Spülleitung 41 arbeitet, wird die zweite hydrostatische Maschine 44 als Konstantpumpe angetrieben, wobei diese Druckmittel aus dem Tank 36 in den Hydraulikkreis 46 fördert. Das geschieht immer dann, wenn über das 3/3- Wegeventil ein Teil des Druckmittelvolumens, der wieder durch die Speisepumpe 35 ersetzt wird, über die Spülleitung 41 abströmt. Es ist aber auch denkbar, dass die beiden hydrostatischen Maschinen 43 und 44 ihre Funktion und somit Stromrichtung ändern. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn in der Spülleitung 41 ein Wert des Druckes unterschritten und in der Leitung 45 ein Druck überschritten wird. Dann wird die zweite hydrostatische Maschine 44 zum Motor und die erste hydrostatische Maschine 43 zur Konstantpumpe, die Druckmittel über die Spülleitung 41 zum 3/3- Wegeventil fördert und dieses somit dem Arbeitskreis 28 zuführen kann. Zu diesem Zweck muss die Vorsteuerung des 3/3- Wegeventils entsprechend gestaltet werden.

[0044] Bei dem Ausgestaltungsbeispiel nach der Figur 4 werden die Verbraucher sowohl einer Niederdruckhydraulik 50 als auch einer Arbeitshydraulik 51 mit dem von der Speisepumpe 35 über die Einspeiseleitung 37 geförderten Druckmittel versorgt. Damit bildet dieser Zweig einen zweiten Hydraulikkreis 53, der als offener Kreislauf ausgebildet ist. In diesem Fall soll im Gegensatz zu der Ausgestaltung nach der Figur 3 von der zweiten hydrostatischen Maschine 44 eine zweite Einspeiseleitung 52 zur ersten einspeiseleitung 37 führen, so dass durch diesen Teil des Druckübersetzers 42 in bestimmten Arbeitszuständen der Volumenstrom über die Einspeiseleitung 37 in Richtung der Einspeisung in den Arbeitskreis 28 sowie der Niederdruckhydraulik 50 beziehungsweise der Arbeitshydraulik 51 erhöht wird. Auch in diesem Fall können sich die Volumenströme in der Spülleitung 41 und in der zweiten Einspeiseleitung 52 derart ändern, dass die beiden hydrostatischen Maschinen 43 und 44 ihre Funktion und Stromrichtung ändern.

Bezugszeichenliste

[0045]

- | | |
|----|---------------------------|
| 1 | Erster Hydraulikkreis |
| 2 | Hydropumpe |
| 3 | Stellelement |
| 4 | Pumpenleitung |
| 5 | Pumpenleitung |
| 6 | Hydromotor |
| 7 | Zweiter Hydraulikkreis |
| 8 | Hydraulikpumpe |
| 9 | Tank |
| 10 | Druckleitung |
| 11 | Hydraulischer Verbraucher |
| 12 | Leitungsabschnitt |
| 13 | Leitungsabschnitt |
| 14 | Druckübersetzer |
| 15 | Konstantmotor |
| 16 | Konstantpumpe |

- 17 Mechanische Antriebsverbindung
- 18 Speiseleitung
- 19 Druckübersetzer
- 20 zweiter Hydraulikkreis
- 21 erster Hydraulikkreis
- 22 zweite hydrostatische Maschine
- 23 erste hydrostatische Maschine
- 24 Verbraucher
- 25 Tank
- 26 Tank
- 27 Verbraucher
- 28 Arbeitskreis
- 29 Hydropumpe
- 30 Hydromotor
- 31 Zweig von 28
- 32 Zweig von 28
- 33 Druckbegrenzungsventil
- 34 Druckbegrenzungsventil
- 35 Speisepumpe
- 36 Tank
- 37 Einspeiseleitung
- 38 Rückschlagventil
- 39 Rückschlagventil
- 40 3/3-Wegeventil
- 41 Spülleitung
- 42 Druckübersetzer
- 43 Erste hydraulische Maschine
- 44 Zweite hydraulische Maschine
- 45 Leitung
- 46 Hydraulikkreis
- 47 Verbraucher
- 48 Verbraucher
- 49 Niederdruckhydraulik
- 50 Niederdruckhydraulik
- 51 Arbeitshydraulik
- 52 zweite Einspeiseleitung
- 53 zweiter Hydraulikkreis

Patentansprüche

1. Hydrauliksystem mit zumindest zwei Hydraulikkreisen (1, 7, 18, 20, 21), denen jeweils Hydropumpen (2, 8) zugeordnet sind, wobei im Rahmen einer Baueinheit ein Antrieb einer mit einem ersten Hydraulikkreis (1, 21) zusammenwirkenden Konstantpumpe (16, 23) ausschließlich mit einem Abtrieb eines dem zweiten Hydraulikkreis (7, 20) zugeordneten Konstantmotors (15, 22) verbunden ist und wobei innerhalb des ersten Hydraulikkreises (1, 21) hydraulische Verbraucher (2, 24) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** im zweiten Hydraulikkreis (7, 20) neben dem Konstantmotor (15, 22) weitere Verbraucher (11, 24) angeordnet sind und dass die Baueinheit als Druckübersetzer (14, 19) ausgebildet ist, mit dem die hydraulischen Leistungen beider Hydraulikkreise (1, 7, 18, 20, 21) selbsttätig auf ein Gleichgewicht einstellbar sind.

2. Hydrauliksystem nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Hydraulikkreis (7, 20) für eine Arbeitshydraulik eines selbstfahrenden Mähreschers vorgesehen ist, während der erste Hydraulikkreis (1, 18, 21) Bestandteil eines hydrostatischen Antriebes für die Förder- und Trennelemente eines Erntevorsatzes des selbstfahrenden Mähreschers ist.
3. Hydrauliksystem nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Konstantpumpe (16, 23) als Speisepumpe dient, die über eine dem ersten Hydraulikkreis (1) zugeordnete Einspeiseleitung (18) Druckmittel in den ersten Hydraulikkreis (1) einspeist.
4. Hydrauliksystem nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Konstantpumpe (23) auch als Motor und der als Konstantmotor ausgebildete Hydromotor (22) als Pumpe arbeiten können.
5. Hydrauliksystem mit einem hydrostatischen Antriebssystem, das in einem geschlossenen Arbeitskreis (28) angeordnet ist und eine Hydropumpe (29) sowie zumindest einen Hydromotor (30) aufweist, wobei ein Verdrängungsvolumen der Hydropumpe (29) und/oder ein Schluckvolumen des zumindest einen Hydromotors (30) veränderbar sind, wobei dem Arbeitskreis (28) über eine in einer ersten Einspeiseleitung (37) angeordnete Speisepumpe (35) Druckmittel zugeführt wird und wobei zur Begrenzung eines maximalen Lastdrucks und zum Austausch des im geschlossenen Arbeitskreis (28) befindlichen Druckmittels eine gesteuerte zum Tank (36) führende Spülleitung (41) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Spülleitung (41) eine erste hydrostatische Maschine (43) angeordnet ist, dass das Hydrauliksystem einen Hydraulikkreis (46) einer Arbeits- und/oder Niederdruckhydraulik (47, 48, 49, 50, 51) aufweist, mit dem eine zweite hydrostatische Maschine (44) über eine Leitung (45, 52) verbunden ist, dass jeweils eine hydrostatische Maschine (43 oder 44) als Hydraulikmotor mit konstantem Schluckvolumen und eine hydrostatische Maschine (43 oder 44) als Hydraulikpumpe mit konstantem Verdrängungsvolumen betrieben wird und dass die erste und die zweite hydrostatische Maschine (43 und 44) sich ausschließlich gegenseitig antreiben, wobei sie als Einheit einen Druckübersetzer (42) bilden.
6. Hydrauliksystem nach Patentanspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit der zweiten hydrostatischen Maschine (44) verbundene Leitung (52) als zweite Einspeiseleitung ausgebildet und mit der ersten Einspeiseleitung (37) verbunden ist.
7. Hydrauliksystem nach Patentanspruch 5, **dadurch**

gekennzeichnet, dass ein Verdrängungsvolumen oder ein Schluckvolumen der beiden hydrostatischen Maschinen (43 und 44) derart aufeinander abgestimmt sind, dass die hydraulischen Leistungen beider Hydraulikkreise über den Druckübersetzer (42) selbsttätig auf ein Gleichgewicht oder eine feste Relation zueinander einstellbar sind. 5

8. Hydrauliksystem nach Patentanspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste hydrostatische Maschine (43) in einem ersten Betriebszustand, in welchem ein Druck p_1 in der Spülleitung (41) ansteigt, als Konstantmotor wirkt und die als Konstantpumpe wirkende zweite hydrostatische Maschine (44) antreibt, bis ein Gleichgewicht oder eine vorgegebene Relation der hydraulischen Leistungen von Spülleitung (41) und zweiter Einspeiseleitung (52) beziehungsweise Leitung (45) erzielt wird. 10 15

9. Hydrauliksystem nach Patentanspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite hydrostatische Maschine (44) in einem zweiten Betriebszustand, in welchem ein Druck p_2 in der zweiten Einspeiseleitung (52) beziehungsweise der Leitung (45) ansteigt, als Konstantmotor wirkt und die als Konstantpumpe wirkende erste hydrostatische Maschine (43) antreibt, bis ein Gleichgewicht oder eine vorgegebene Relation der hydraulischen Leistungen von Spülleitung (41) und zweiter Einspeiseleitung (52) erzielt wird. 20 25 30

10. Hydrauliksystem nach Patentanspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der geschlossene Arbeitskreis (28) je nach Lastzuständen mit einem Niederdruckabschnitt und einem Hochdruckabschnitt betrieben wird, wobei der Niederdruckabschnitt über ein hydraulisch vorgesteuertes 3/3-Wegeventil (40) mit der Spülleitung (41) verbindbar ist. 35 40

40

45

50

55

Fig. 1

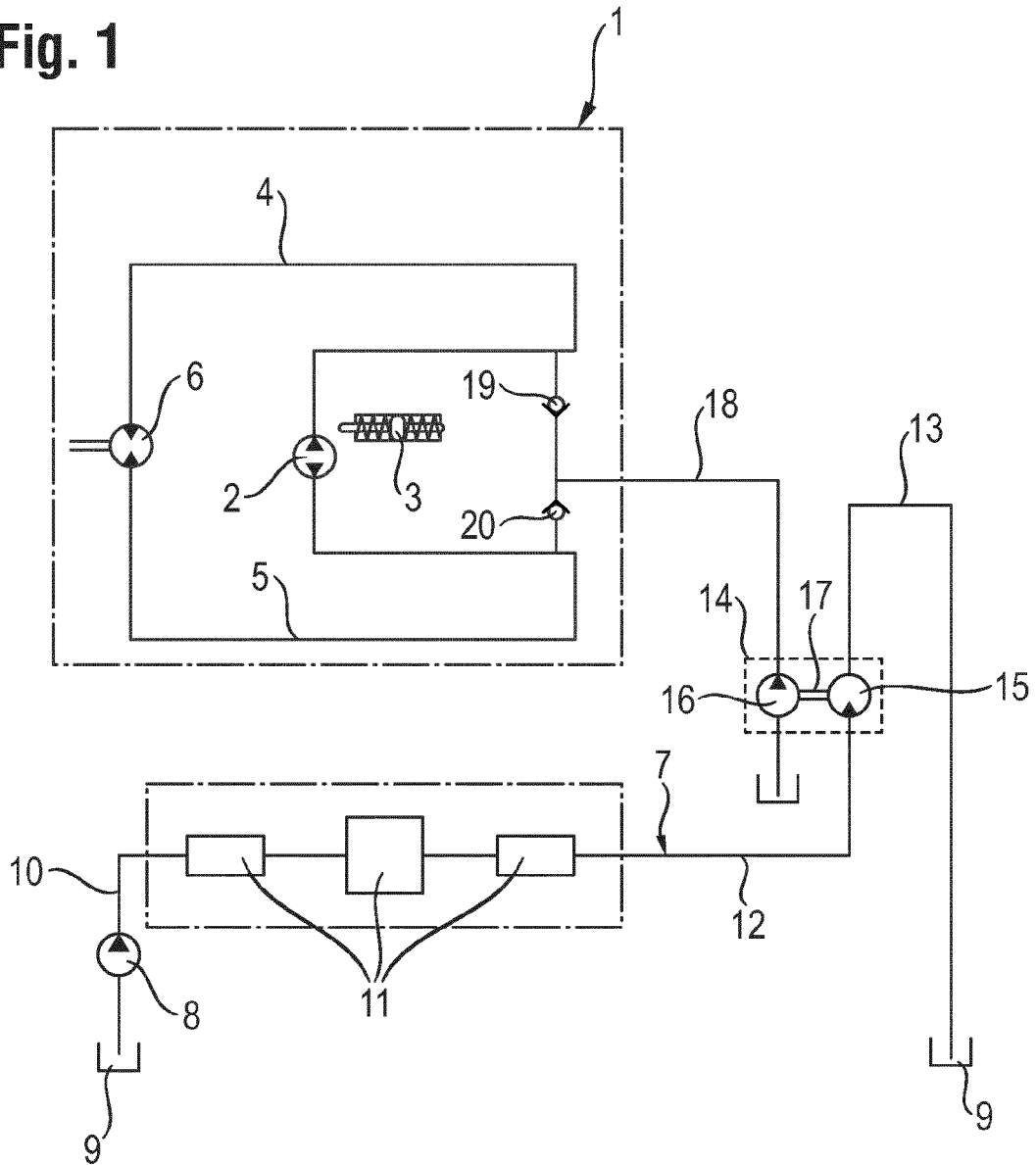


Fig. 2

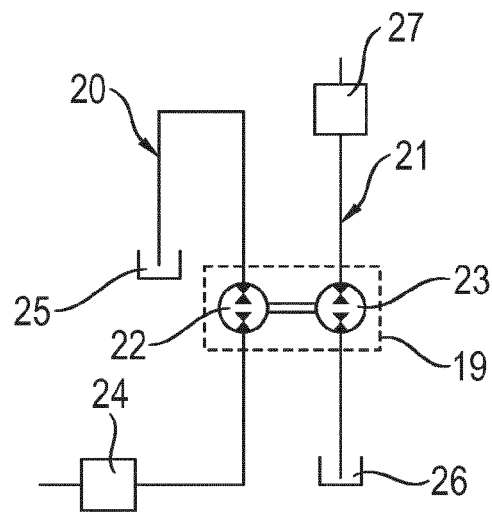
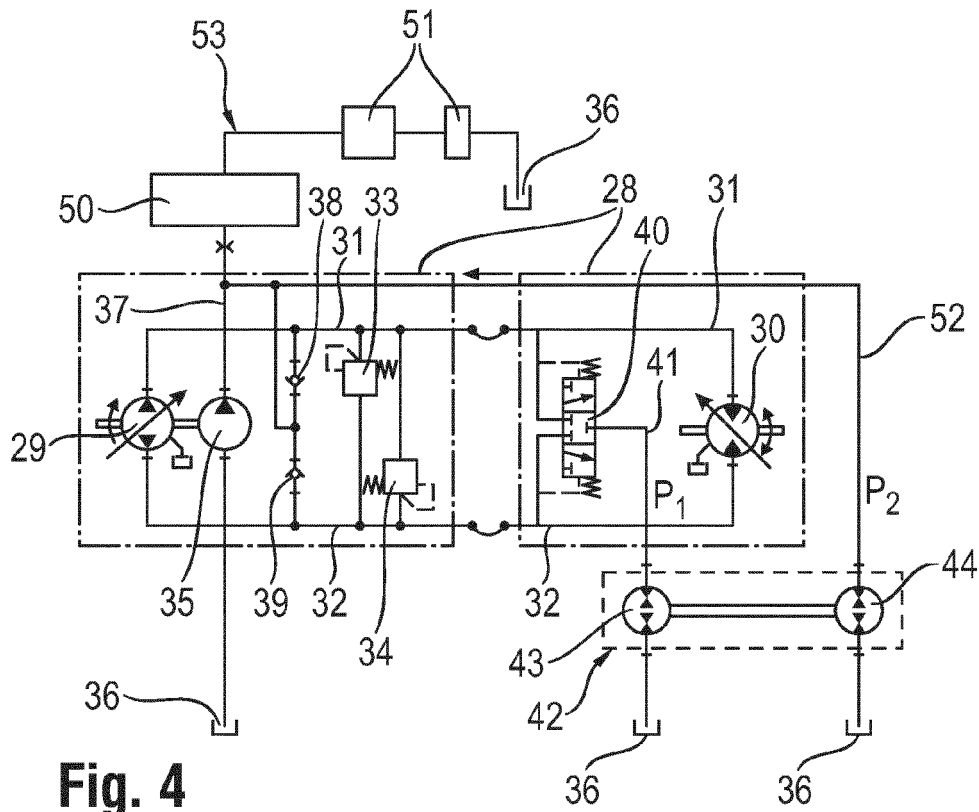
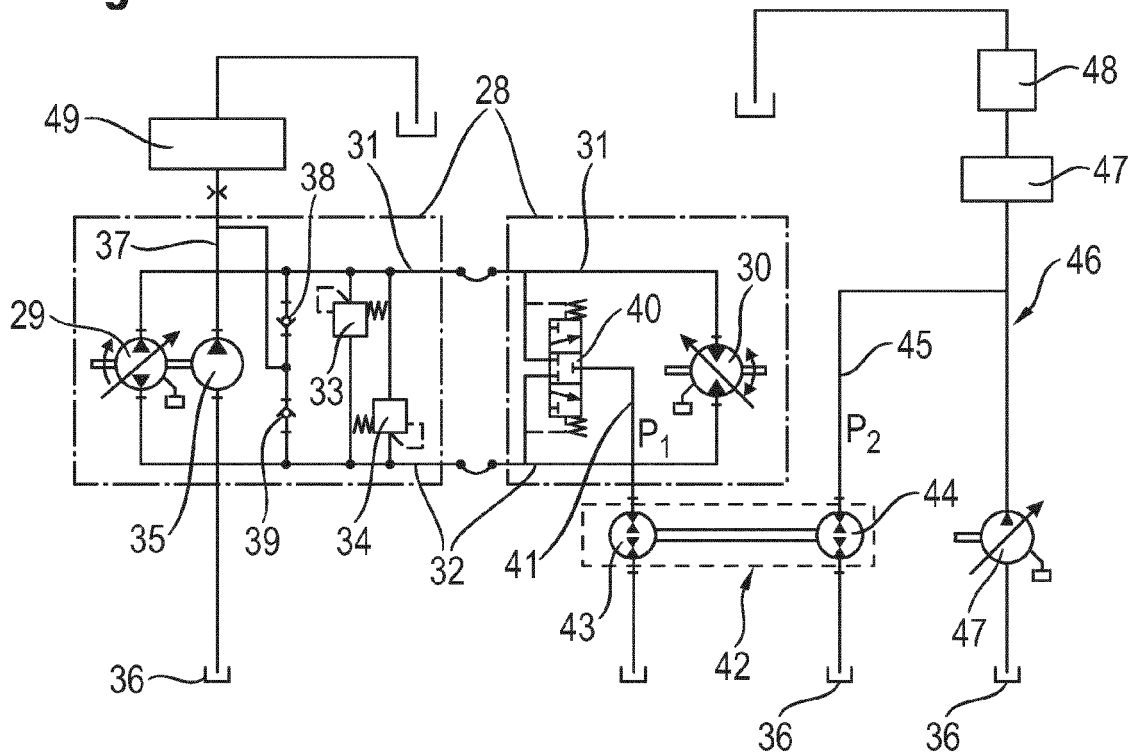


Fig. 3**Fig. 4**

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 102009029840 A1 [0004] [0016]
- DE 102010045857 A1 [0005] [0023]