

(19)



(11)

EP 2 952 750 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.09.2018 Patentblatt 2018/36

(51) Int Cl.:
F15B 11/02 ^(2006.01) **B30B 15/16** ^(2006.01)
F15B 11/036 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14171118.4**

(22) Anmeldetag: **04.06.2014**

(54) Hydrauliksystem

Hydraulic system

Système hydraulique

(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:
09.12.2015 Patentblatt 2015/50

(73) Patentinhaber: **MOOG GmbH**
71034 Böblingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Händle, Werner**
71672 Marbach a. N. (DE)

• **Helbig, Achim**
70184 Stuttgart (DE)
• **Kentschke, Tino**
71263 Weil der Stadt (DE)

(74) Vertreter: **Wittmann, Ernst-Ulrich et al**
Fleuchaus & Gallo Partnerschaft mbB
Patent- und Rechtsanwälte
Steinerstrasse 15/A
81369 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 311 779 DE-A1-102011 116 964
JP-U- H0 639 285

EP 2 952 750 B1

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).

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen hydraulischen Antrieb mit mechanisch gekoppelten Arbeits- und Fahrzylindern, auf eine Presse-, Biege- oder Stanzmaschine mit einem solchen Antrieb und ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Antriebs.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Systeme mit hydraulischen Antrieben werden für diverse Zwecke verwendet, beispielsweise für Presse-, Biege- oder Stanzmaschinen. Bei solchen Anwendungen wird einerseits eine hohe Kraft bei kleiner Geschwindigkeit des Kolbens (Kraftgang) oder des damit verbundenen Werkzeugs (Pressen, Biegen) und andererseits eine hohe Geschwindigkeit bei kleiner Kraft des Kolbens (Eilgang) oder des damit verbundenen Werkzeugs (Heranfahren/Wegfahren des Werkzeugs zum/vom zu bearbeitenden Teil) benötigt. Dazu werden üblicherweise zwei separate Zylinder (ein Fahrzylinder für schnelle Bewegung mit kleiner Kraft und ein Arbeitszylinder für langsame Bewegung mit hoher Kraft) mit jeweils einem Stellglied genutzt, das heutzutage als Stetigventil oder Verstellpumpe ausgeführt ist. Diese Stellglieder benötigen entweder eine Hochdruckquelle oder einen offenen Tank zur Nachlieferung von Hydraulikflüssigkeit für den hydraulischen Antrieb. Durch die feste Zuordnung jeweils eines Stellglieds zu Fahr- und Arbeitszylinder sind die Anzahl der benötigten Komponenten, der Installationsaufwand und die Investitionskosten erheblich. Weiterhin ist die Energieeffizienz mangelhaft, insbesondere im Teillastbereich und bei der Verwendung von Stetigventilen.

[0003] Hydraulische Antriebe mit einem Fahr- und einem Arbeitszylinder sind im Stand der Technik bekannt. Solch ein hydraulischer Antrieb ist beispielsweise in JP H06 39285 U offenbart und weist zwei mechanisch gekoppelte Zylindern, zwei 2/2 Wegeventile und eine Hydraulikpumpe auf, welche in einem hydraulischen Kreis miteinander verbunden sind.

[0004] EP 2 480 405 B1 offenbart einen hydraulischen Antrieb mit einem Fahr- und einem Arbeitszylinder mit einer drehzahlvariablen Pumpe als Stellglied in einem geschlossenen Hydraulikkreislauf, an dem über ein Ventil ein Druckreservoir angeschlossen ist. Die beiden Zylinder sind separat voneinander als Differentialzylinder ausgeführt. Eine kompaktere Ausführung wäre dagegen wünschenswert. Bei der dort offenbarten Anordnung fällt der Fahrzylinder bei dem Kraftgang als zusätzliche kraftausübende Komponente weg, so dass die im Kraftgang wirkende Kraft alleine durch den Arbeitszylinder aufgebracht werden muss, was die Effizienz des Antriebs mindert. Beim Eilgang wird die Geschwindigkeit des Werkzeugs dagegen ausschließlich durch dessen Gewicht bestimmt. Es können im Eilgang daher keine höheren

Geschwindigkeiten, als die durch die Gewichtskraft des Werkzeugs vorgegebene, erreicht werden. Somit ist dieser hydraulische Antrieb nur begrenzt variabel betreibbar.

5 Es ist daher wünschenswert, einen hydraulischen Antrieb zur Verfügung zu stellen, der eine Mindestanzahl an Komponenten benötigt, den Installationsaufwand gering hält, die Energieeffizienz verbessert, kompakt gebaut werden kann und ausreichend variabel betreibbar ist.
10

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen hydraulischen Antrieb zur Verfügung zu stellen, der eine Mindestanzahl an Komponenten benötigt, den Installationsaufwand gering hält, die Energieeffizienz verbessert, kompakt gebaut werden kann und ausreichend variabel betreibbar ist.

15 **[0006]** Diese Aufgabe wird gelöst durch einen hydraulischen Antrieb gemäß Anspruch 1. Hierbei bezeichnet der Begriff "Arbeitszylinder" einen Zylinder, der für die Durchführung eines kraftaufbauenden Bewegungsablaufs vorgesehen ist, also eine Bewegung der Kolbenstange mit hoher Kraft bei kleiner Geschwindigkeit ermöglicht. Der Begriff Fahrzylinder bezeichnet dagegen einen Zylinder, der für einen schnellen Bewegungsablauf unter Ausübung einer geringen Kraft vorgesehen ist. In der erfindungsgemäßen Anordnung sind Arbeits- und Fahrzylinder mechanisch miteinander verbunden. Dabei trägt der Arbeitszylinder nicht aktiv zum schnellen Bewegungsablauf bei, sondern wird vom Fahrzylinder als passive Komponente mitbewegt. Dagegen unterstützt der Fahrzylinder den Arbeitszylinder bei der kraftaufbauenden Bewegung (hoher Kraft, geringe Geschwindigkeit) aktiv, indem auch im Fahrzylinder eine Kraft in Bewegungsrichtung der Kolbenstange aufgebaut wird. Dadurch kann die kraftaufbauende Bewegung beim Pressen, Biegen oder Stanzen einer entsprechenden Maschine durch den erfindungsgemäßen hydraulischen Antrieb unterstützt werden.

20 Die Fahr- und Arbeitszylinder besitzen jeweils zwei Zylinderräume, die durch einen Kolben mit jeweils einer Kolbenfläche zum oberen und unterem Zylinderraum hin getrennt sind. Dabei wird der Zylinderraum als oberer Zylinderraum bezeichnet, in den bei der kraftaufbauenden Bewegung (Kraftgang) die hydraulische Flüssigkeit mittels der Hydraulikmaschine hineingefördert wird. Entsprechend wird der andere Zylinderraum im jeweiligen Zylinder als unterer Zylinderraum bezeichnet, bei dem bei der kraftaufbauenden Bewegung (Kraftgang) die hydraulische Flüssigkeit mittels der Hydraulikmaschine herausgefördert wird

25 Die Kolbenstangenrichtung bezeichnet in der vorliegenden Erfindung die beiden Richtungen, in die sich die Kolbenstange bewegen kann. Die Kolbenstangenrichtung ist somit durch die Kolbenstange und durch die Ausrichtung der Zylinder vorgegeben.

[0007] Der Begriff "hydraulische Flüssigkeit" bezeichnet hier jede Flüssigkeit, die zur Übertragung von mechanischer Energie in Hydrauliksystemen geeignet ist. Geeignete hydraulische Flüssigkeiten haben gute Schmiereigenschaften, eine hohe Alterungsbeständigkeit und ein hohes Benetzungs- und Haftvermögen. Außerdem sollten sie eine Verträglichkeit mit Dichtungen sowie eine Harz- und Säurefreiheit besitzen sowie einen geringen Temperatureinfluss auf die dynamische als auch kinematische Viskosität, eine geringe Kompressibilität und eine geringe Schaumbildung zeigen. Geeignete hydraulische Flüssigkeiten sind zum Beispiel Mineralöle, auch Hydrauliköle genannt, oder schwer entflammbare Flüssigkeiten wie HFA, HFB, HFC oder HFD. Das Umfördern der hydraulischen Flüssigkeit bezeichnet dabei das Verlagern (Fördern) von hydraulischer Flüssigkeit durch die Druckleitungen des Druckkreises hindurch von einem Zylinderraum in einem anderen Zylinderraum.

[0008] Die hydraulische Flüssigkeit wird dabei in einem geschlossenen Druckkreis umgefördert. Der Begriff "geschlossen" bezeichnet die Abwesenheit von zur Umgebungsluft offenen Öltanks zum Ölausgleich im hydraulischen Antrieb. Der geschlossene Druckkreis ist ein System aus mehreren Druckleitungen, das die hydraulische Flüssigkeit im Betrieb, mit Ausnahme von Leckagen, nicht verlassen kann. Der Druckkreis ist aus verschiedenen Druckleitungen aufgebaut, die die Hydromaschine mit den Zylindern verbinden. Dabei kann der Druckkreis Druckleitungen umfassen, die sich in mehrere Leitungen verzweigen oder Verbindungsstellen umfassen, an denen mehrere Druckleitungen zu einer weiterführenden Druckleitung zusammengeführt werden. Der erfindungsgemäße hydraulische Antrieb kann somit in dem geschlossenen Druckkreis ohne zur Umgebungsluft offene angeschlossene Öltanks oder Ölausgleichsreservoirs betrieben werden. Der Druckkreis ist dabei vorgespannt, dass heißt, er steht unter einem erhöhten Permanentdruck. Die Vorspannung der hydraulischen Flüssigkeit erhöht das Kompressionsmodul der Flüssigkeit. Hierdurch erhöht sich die Eigenfrequenz des Systems, was zu einer Verbesserung der dynamischen Eigenschaften führt. Ferner wird durch die Vorspannung vermieden, dass die Pumpe Schaden durch Kavitationseffekte nimmt. Ein Betrieb der Hydraulikmaschine würde bei nicht vorgespannten hydraulischen Flüssigkeiten dazu führen, dass sich diese Flüssigkeiten zuerst entspannen oder zuerst komprimiert werden, bevor sie sich im Druckkreis in Bewegung setzen. Nicht vorgespannte Druckkreise arbeiten somit mit einer zeitlichen Verzögerung der Hydraulikbewegung und verlieren dadurch Antriebsenergie durch die Kompressions- und Entspannungsvorgänge in der hydraulischen Flüssigkeit bei Förderung durch die Hydraulikmaschine. Der Vorspanndruck im erfindungsgemäßen hydraulischen Antrieb beträgt daher vorzugsweise mindestens 5 bar. Der Vorspanndruck kann beispielsweise über eine Druckquelle, die über ein Rückschlagventil mit dem Druckkreis verbunden ist, kon-

stant gehalten werden. Das Rückschlagventil ermöglicht der Druckquelle lediglich Leckagen auszugleichen. Bei einer perfekten Dichtigkeit des hydraulischen Antriebs beziehungsweise des Druckkreises und einer inkompressiblen Flüssigkeit wäre diese Druckquelle für den Betrieb des hydraulischen Antriebs nicht notwendig.

[0009] Die Hydraulikmaschine ist dabei in dem Druckkreis integriert, indem deren beide Druckanschlüsse (erster und zweiter Druckanschluss) mit den Druckleitungen des Druckkreises verbunden sind. Die Hydraulikmaschine ist beispielsweise eine drehzahlveränderbare Hydraulikmaschine.

[0010] Der Betrieb des hydraulischen Antriebs bezeichnet einen gesamten Bewegungszyklus der Komponenten, die mit dem hydraulischen Antrieb bewegt werden. Der Bewegungszyklus ist vollständig durchlaufen, wenn die gleiche Position der Zylinder und der Kolbenstange nach Durchlaufen eines oberen und eines unteren Totpunkts erreicht ist. Als Totpunkt wird der Punkt bezeichnet, bei dem die Kolbenstange zur Ruhe kommt und anschließend ihre Bewegungsrichtung umdreht. Ein Betriebszyklus unterteilt sich dabei in verschiedene Betriebsphasen des hydraulischen Antriebs. In der Betriebsphase "Eilgang-abwärts" fährt der hydraulische Antrieb mit hoher Geschwindigkeit und geringer Kraft die Kolbenstange aus, in der Betriebsphase "Kraftgang" wird die Bewegung in gleiche Richtung bei kleiner Geschwindigkeit und hoher Kraftausübung fortgesetzt. Beim Erreichen des Totpunktes erfolgt die Betriebsphase "Kraftabbau", bis der hydraulische Antrieb entspannt ist und die Bewegungsrichtung umgekehrt werden kann. In der Betriebsphase "Eilgang-aufwärts" wird die Kolbenstange mit hoher Geschwindigkeit und geringer Kraft wieder in die andere Richtung bewegt, bis der andere Totpunkt erreicht ist. Daran kann sich nun die Betriebsphase "Eilgang-abwärts" oder die Betriebsphase "Stillstand" anschließen, in der der hydraulische Antrieb sich in Ruhe befindet.

[0011] Der erfindungsgemäße hydraulische Antrieb kommt dabei mit einer Mindestanzahl an Komponenten aus, hält den Installationsaufwand gering, verbessert die Energieeffizienz, kann kompakter gebaut werden und ist ausreichend variabel betreibbar. Insbesondere benötigt der hydraulische Antrieb lediglich ein einziges Stellglied (die Hydraulikmaschine), um sowohl den Fahr- als auch den Arbeitszylinder zu versorgen.

[0012] In einer Ausführungsform ist das erste Wegeventil in einer ersten Druckleitung des Druckkreises angeordnet, die die beiden Zylinderräume des Arbeitszylinders miteinander verbindet und in einer ersten Schaltstellung einen beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit zum Kurzschließen der beiden Zylinderräume ermöglicht. Durch diese erste Druckleitung mit diesem ersten Wegeventil können die Zylinderräume des Arbeitszylinders kurzgeschlossen werden, beispielsweise damit der Arbeitszylinder beim Eilgang keinen Gegen- druck zur Fahrbewegung des Fahrzylinders aufbauen kann. Durch den Kurzschluss der Zylinderräume des Ar-

beitszylinders herrschen in beiden Zylinderräumen näherungsweise gleiche Drücke und damit keine relevante durch die hydraulische Flüssigkeit auf die Kolbenfläche im Arbeitszylinder wirkende Kraft. Die erste Druckleitung kann dabei Verzweigungen in weitere Druckleitungen umfassen. Das Wegeventil kann jedes geeignete Wegeventil mit mindestens zwei Schaltstellungen sein. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das erste Wegeventil ein 2/2-Wegeventil und ist dazu vorgesehen, in der anderen zweiten Schaltstellung die erste Druckleitung in beide Richtungen zu sperren.

[0013] Durch diese andere Schaltstellung kann ein Kraftaufbau am Arbeitszylinder erreicht werden, beispielsweise während des Kraftgangs.

In einer weiteren Ausführungsform ist das erste Wegeventil ein Stetigventil. Hierdurch wird eine weichere Umschaltung zwischen den mit den Betriebsphasen ermöglicht. Ferner kann auch das zweite Wegeventil ein Stetigventil sein. Gemäß der Erfindung ist der erste Druckanschluss der Hydraulikmaschine über eine zweite und dritte Druckleitung des Druckkreises mit den jeweils oberen Zylinderräumen der Arbeits- und Fahrzylinder verbunden, wobei das zweite Wegeventil in der zweiten Druckleitung zum oberen Zylinderraum des Arbeitszylinders angeordnet ist. Die Hydraulikmaschine fördert die hydraulische Flüssigkeit im Druckkreis in die eine oder in die andere Richtung. Insofern hat die Hydraulikmaschine zwei Anschlüsse, einen ersten und einen zweiten Druckanschluss. Hierbei kann die zweite Druckleitung entweder direkt in den oberen Zylinderraum des Arbeitszylinders oder in einer Ausführungsform in die erste Druckleitung münden und somit über die erste Druckleitung mit dem oberen Zylinderraum des Arbeitszylinders verbunden sein. Damit kann die Hydraulikmaschine über ihren ersten Druckanschluss die hydraulische Flüssigkeit in die oberen Zylinderräume der beiden Zylinder fördern und somit für den Kraftgang in beiden Zylindern Druck und damit Kraft aufbauen oder je nach Schaltstellung des zweiten Wegeventils die hydraulische Flüssigkeit nur in den oberen Zylinderraum des Fahrzylinders für einen Eilgang fördern. Das zweite Wegeventil kann jedes geeignete Wegeventil mit mindestens drei Schaltstellungen sein. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das zweite Wegeventil dazu ein 2/3-Wegeventil mit drei unterschiedlichen Schaltstellungen. Gemäß der Erfindung ermöglicht eine erste der Schaltstellungen des zweiten Wegeventils einen beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit zum Kurzschließen der beiden oberen Zylinderräume, während eine zweite der Schaltstellungen des zweiten Wegeventils eine Rückschlagventilstellung ist, wobei der Durchlass in Richtung des oberen Zylinderraums des Fahrzylinders gesperrt ist und in umgekehrte Richtung ermöglicht wird, und eine dritte der Schaltstellungen des zweiten Wegeventils die zweite Druckleitung in beide Richtungen sperrt. Die erste Schaltstellung des zweiten Wegeventils ermöglicht beispielsweise einen Kraftabbau nach Beendigung des Kraftgangs, da diese Schaltstellung es der hydraulischen

Flüssigkeit ermöglicht, aus beiden oberen Zylinderräumen bei entsprechendem Betrieb der Hydraulikmaschine abzufließen und somit die Kraft auf die Kolbenflächen abzubauen. Die zweite Schaltstellung des zweiten Wegeventils ermöglicht beispielsweise einen Druckausgleich durch Druckabgabe vom oberen Zylinderraum des Fahrzylinders in den geöffneten Bypass (Kurzschluss) des Arbeitszylinders beim Eilgang, indem die Rückschlagstellung bei Überschreiten eines Mindestdruckes das zweite Wegeventil in Richtung des Arbeitszylinders öffnet. Dasselbe geschieht beispielsweise beim Kraftgang, wo hydraulische Flüssigkeit durch die Hydraulikpumpe in die zweite und dritte Druckleitung gepresst (gefördert) wird. Der Druck für den Kraftgang übersteigt dabei den Sperrdruck der Rückschlagventilstellung bei weitem, so dass das zweite Wegeventil auch beim Kraftgang die zweite Druckleitung zum oberen Zylinderraum des Arbeitszylinders öffnet. Hierbei kann die zweite Druckleitung entweder direkt in den oberen Zylinderraum des Arbeitszylinders münden oder in einer Ausführungsform in die erste Druckleitung münden und somit über die erste Druckleitung mit dem oberen Zylinderraum des Arbeitszylinders verbunden sein.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform ist der zweite Druckanschluss der Hydraulikmaschine über eine vierte und fünfte Druckleitung des Druckkreises mit den unteren Zylinderräumen der Arbeits- und Fahrzylinder ohne zwischengeschaltete Wegeventile verbunden. Sobald die Hydraulikmaschine über den ersten Druckanschluss hydraulische Flüssigkeit in die zweite und dritte Druckleitung fördert, muss die hydraulische Flüssigkeit über den anderen (zweiten) Druckanschluss in die Hydraulikmaschine nachgeliefert werden. Dazu ist dieser mit den unteren Zylinderräumen der beiden Zylinder ohne dazwischengeschaltete Wegeventile verbunden. Bei einer Förderung in die unteren Zylinderräume der Fahr- und Arbeitszylinder gilt entsprechend das Gegenteil. Dann wird die hydraulische Flüssigkeit über den ersten Druckanschluss in die Hydraulikmaschine nachgeliefert, wobei die ersten und zweiten Wegeventile eine entsprechend geeignete Schaltstellung aufweisen.

[0015] In einer Ausführungsform sind sowohl der Arbeitszylinder als auch der Fahrzylinder Gleichgangzylinder mit jeweiligen Ringflächen als Kolbenflächen. Ein Gleichgangzylinder (oder auch Gleichlaufzylinder bezeichnet) besitzt auf beiden Seiten der Kolbenfläche eine Kolbenstange. Das Volumen der in die eine Kammer einströmenden Flüssigkeit entspricht dem Volumen der aus der anderen Kammer ausströmenden Flüssigkeit. Damit ist die Volumenstrombilanz des geschlossenen hydraulischen Antriebs vollkommen ausgeglichen.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform sind der Arbeitszylinder und der Fahrzylinder als Tandemzylinder mit gemeinsamer Kolbenstange angeordnet. Bei dem Tandemzylinder werden die beiden Zylinder so miteinander verbunden, dass die Kolbenstange des Arbeitszylinders durch den Boden des Fahrzylinders hindurchgeht und als dessen Kolbenstange ebenfalls fungiert oder mit

dessen Kolbenstange direkt verbunden ist. Dadurch wird eine besonders geringe Bautiefe erreicht. Durch geeignete Schaltstellungen der Wegeventile kann zudem beim Kraftgang eine Kopplung der Kolbenflächen erreicht werden, so dass eine höhere Kraft beim gleichen durch die Hydraulikmaschine erzeugten Druck der hydraulischen Flüssigkeit beim Kraftgang erreicht werden kann, als es bei nicht gekoppelten Kolbenstangen möglich wäre, wie es beispielsweise bei Anordnung mit separaten Differenzialkolben der Fall wäre, insbesondere wo beispielsweise die der Ringkammer gegenüberliegende Kolbenkammer des Fahrzylinders nicht an den Druckkreis angeschlossen ist.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform sind die Kolbenflächen des Fahrzylinders kleiner als die Kolbenflächen des Arbeitszylinders. Dadurch lassen sich besonders große Geschwindigkeiten der Kolbenstange beim Eilgang erreichen. Vorzugsweise ist dabei die Kolbenfläche des Arbeitszylinders um mindestens 100% größer als die des Fahrzylinders, besonders bevorzugt ist diese um mindestens 300 % größer, noch bevorzugter ist diese um mindestens 500% größer.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Hydraulikmaschine nur eine einzige Pumpe und einen mit der Pumpe mechanisch gekoppelten Motor zum Antrieb der Pumpe, wobei der Motor drehzahlvariabel und/oder die Pumpe eine Verstellpumpe ist. Mit nur einer Pumpe umfasst der hydraulische Antrieb lediglich ein einziges Stellglied (die Pumpe) und vermeidet dadurch eine unnötige höhere Anzahl an Komponenten. Vorzugsweise ist der Motor ein Elektromotor. Besonders bevorzugt ist der Motor ein drehzahlvariabler Elektromotor und die Pumpe eine Konstantpumpe. Durch den drehzahlveränderbaren Pumpenantrieb kann die Energieeffizienz des hydraulischen Antriebs besonders stark verbessert werden. Mit obiger Ausführung der Hydraulikmaschine kann auch eine Dezentralisierung des Antriebs erreicht werden.

[0019] Die Erfindung bezieht sich des Weiteren auf Presse-, Biege- oder Stanzmaschine umfassend einen erfindungsgemäßen hydraulischen Antrieb.

[0020] Die Erfindung bezieht sich des Weiteren auf ein Verfahren zum Betrieb des erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebs umfassend mechanisch gekoppelte Arbeits- und Fahrzylinder mit jeweils einem oberen und einem unteren Zylinderraum, wobei alle vier Zylinderräume der Arbeits- und Fahrzylinder in einem geschlossenen und mit einer hydraulischen Flüssigkeit gefüllten und vorgespannten Druckkreis in geeigneter Weise miteinander verbunden sind und eine Hydraulikmaschine mit erstem und zweitem Druckanschluss im Druckkreis zur Umförderung der hydraulischen Flüssigkeit zwischen den einzelnen Zylinderräumen der Arbeits- und Fahrzylinder während des Betriebs des hydraulischen Antriebs angeordnet ist, umfassend die Schritte

- Betreiben des hydraulischen Antriebs im Eilgang aufwärts oder abwärts mittels der Hydraulikmaschi-

ne und eines ersten und eines zweiten Wegeventils, wobei das erste Wegeventil in einer ersten Druckleitung des Druckkreises angeordnet ist und in einer ersten Schaltstellung betrieben wird, die die beiden Zylinderräume des Arbeitszylinders zum beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit kurzschließt, wobei das zweite Wegeventil in einer Rückschlagventilstellung betrieben wird, so dass der Durchlass in Richtung des oberen Zylinderraums des Fahrzylinders gesperrt ist, und wobei die Hydraulikmaschine die hydraulische Flüssigkeit für eine Bewegung der Kolbenstange in Richtung der unteren Zylinderräume und für eine Bewegung in Richtung der oberen Zylinderräume fördert,

- Betreiben des hydraulischen Antriebs im Kraftgang, wobei das erste Wegeventil in einer zweiten Schaltstellung betrieben wird, die die erste Druckleitung in beide Richtungen sperrt, wobei das zweite Wegeventil in der Rückschlagventilstellung des Eilgangs verbleibt, und wobei die Hydraulikmaschine die hydraulische Flüssigkeit in Richtung der oberen Zylinderräume fördert,
- Entspannen des hydraulischen Antriebs nach dem Kraftgang, wobei das erste Wegeventil in der Schaltstellung des Kraftgangs verbleibt, wobei das zweite Wegeventil in einer ersten Schaltstellung betrieben wird, die einen beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit zum Kurzschließen der beiden oberen Zylinderräume ermöglicht, und wobei die Hydraulikmaschine die hydraulische Flüssigkeit in Richtung der unteren Zylinderräume fördert.

[0021] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass im Eilgang die Bewegungsrichtung ohne eine Umschaltung der Ventile geändert werden kann. Zur Umkehr der Bewegungsrichtung reicht es nämlich aus, die Förderrichtung der Hydraulikmaschine umzukehren.

[0022] In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den weiteren Schritt des Betriebes des hydraulischen Antriebs im Stillstand, wobei das erste und das zweite Wegeventil in einer Schaltstellung betrieben werden, die die jeweiligen Druckleitungen in beide Richtungen sperren, und wobei die Hydraulikmaschine die hydraulische Flüssigkeit nicht fördert.

[0023] In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den weiteren Schritt des drehzahlvariablen Betriebes der Hydromaschine mittels eines mechanisch gekoppelten Elektromotors.

Kurze Beschreibung der Abbildungen

[0024] Diese und andere Aspekte der Erfindung werden im Detail in den Abbildungen wie folgt gezeigt:

Fig.1: schematische Darstellung des erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebs;

Fig.2: schematische Darstellung der Schaltstellun-

gen (a) des ersten Wegeventils und (b) des zweiten Wegeventils im Detail

Fig.3: Schaltstellungen der Wegeventile beim (a) Eilgang, (b) Kraftgang, (c) Kraftabbau und (d) Stillstand.

Fig.4: eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0025] Fig.1 zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebs 1. Der hydraulische Antrieb 1 umfassend einen Arbeitszylinder 2 und einen Fahrzylinder 3 mit jeweils einem oberen Zylinderraum 21, 31 und einem unteren Zylinderraum 22, 32, wobei die Zylinder 2, 3 als Gleichgangzylinder mit jeweiligen Ringflächen 23, 33 und mit einer gemeinsamer Kolbenstange 8 als Tandemzylinder in Kolbenbewegungsrichtung R1, R2 übereinander angeordnet sind. In dieser Ausführungsform sind die Kolbenflächen 33 des Fahrzylinders 3 kleiner als die Kolbenflächen 23 des Arbeitszylinders 2 ausgestaltet, um eine schnellere Geschwindigkeit beim Eilgang bei gleichem Fördervolumen pro Zeiteinheit durch die Hydraulikmaschine 5 zu erzielen. Beispielsweise beträgt die Ringfläche 33 des Fahrzylinders 3 ca. 120 cm² und die Ringfläche 23 des Arbeitszylinders 2 ca. 700 cm². Mit diesen Ringflächen lässt sich beispielsweise bei einem Druck von 300 bar im Druckkreis 4 eine Presskraft im Kraftgang von 2500kN erreichen. Die Ringflächen 23, 33 besitzen in dieser Ausführungsform für die jeweiligen Zylinder 2, 3 im oberen und unteren Zylinderraum allerdings die gleiche Fläche. In dem hydraulischen Antrieb sind ferner alle vier Zylinderräume 21, 22, 31, 32 der Arbeits- und Fahrzylinder 2, 3 in einem geschlossenen und mit einer hydraulischen Flüssigkeit F gefüllten und vorgespannten Druckkreis 4 mit den Druckleitungen 41, 42, 43, 44, 45 miteinander verbunden und es ist eine drehzahlveränderbare Hydraulikmaschine 5 mit erstem und zweitem Druckanschluss 51, 52 im Druckkreis 4 zur Umförderung der hydraulischen Flüssigkeit F (Doppelpfeil, soll die beiden möglichen Förderrichtungen darstellen) zwischen den einzelnen Zylinderräumen 21, 22, 31, 32 der Arbeits- und Fahrzylinder 2, 3 während des Betriebs des hydraulischen Antriebs 1 angeordnet. Die Hydraulikmaschine 5 umfasst in dieser Ausführungsform nur eine einzige Pumpe 53 und einen mit der Pumpe 53 mechanisch gekoppelten Elektromotor 54 zum drehzahlvariablen Antrieb der Pumpe 53. Die mechanische Kopplung ist durch den Doppelstrich zwischen Pumpe 53 und Elektromotor 54 symbolisiert. Die Pumpe 53 hat beispielsweise eine Förderleistung von 1300 l/min. Außerdem sind ein erstes Wegeventil 6 und ein zweites Wegeventil 7 so im Druckkreis 4 angeordnet sind, dass deren jeweilige für die verschiedenen Betriebsphase des hydraulischen Antriebs 1 geeigneten Schaltstellungen (siehe dazu Fig.2) zusammen mit dem geeignet betriebenen Pumpenantrieb 5 eine gemeinsame Bewegung des Arbeits- und Fahrzylinder

2, 3 in die eine oder andere Kolbenbewegungsrichtung R1, R2 ermöglichen. Hierzu verbindet eine erste Druckleitung den oberen Zylinderraum 21 mit dem unteren Zylinderraum 22 des Arbeitszylinders über das in der ersten Druckleitung 41 angeordnete erste Wegeventil 6. Bei den oben angegebenen Ringflächen sollte die erste Druckleitung 41 und das erste Wegeventil beispielsweise eine Durchlasskapazität von mehr als 4000 l/min haben. Die unteren Zylinderräume 22 und 32 der Arbeits- und Fahrzylinder 2, 3 sind über die Druckleitungen 45 und 44 miteinander verbunden, ohne dass in dieser Verbindung ein schaltbares Wegeventil angeordnet ist. Der obere Zylinderraum 31 und der unter Zylinderraum 32 des Fahrzylinders 3 sind über die dritte und vierte Druckleitung 43 und 44 miteinander verbunden, wobei hier die Hydraulikmaschine 5 über deren Druckanschlüsse 51, 52 dazwischengeschaltet ist. Ferner ist die dritte Druckleitung 43 über die zweite Druckleitung 42 mit der ersten Druckleitung 41 so verbunden, dass zwischen der dritten Druckleitung 43 und dem oberen Zylinderraum 21 des Arbeitszylinders 2 das zweite Wegeventil 7 in der zweiten Druckleitung 42 angeordnet ist. Das zweite Wegeventil 7 kann eine gegenüber dem ersten Wegeventil geringe Durchlasskapazität haben, beispielsweise höher als 700 l/min. Die Verbindung der dritten Druckleitung 43 mit dem unteren Zylinderraum 22 des Arbeitszylinders 2 ist dagegen über die zweite Druckleitung 42 mit zweiten Wegeventil 7 und die erste Druckleitung 41 mit dazwischen angeordnetem ersten Wegeventil 6 verwirklicht. Durch die Führung der Kolbenflächen 23, 33 in den Zylindern 2, 3 kann sich die Kolbenstange 8 ausschließlich in die Richtungen R1, R2 bewegen. In dieser Ausführungsform benötigt der hydraulische Antrieb 1 für den Betrieb neben dem ersten und zweiten Wegeventil 6, 7 keine weiteren Ventile, so dass der erfindungsgemäße hydraulische Antrieb 1 mit einer Mindestzahl an Komponenten betreibbar ist. Die Druckleitungen 41, 42, 43, 44, 45 verzweigen sich teilweise im Druckkreis 4 oder laufen teilweise in diesem zusammen. Die Verzweigungspunkte (Zusammenlaufpunkte) sind durch schwarze Punkte an den jeweiligen Stellen gekennzeichnet. Die Druckleitungen, die sich lediglich kreuzen, ohne dabei dort miteinander verbunden zu sein, sind ohne diese schwarzen Punkte dargestellt, siehe die sich kreuzenden Druckleitungen 42 und 44 zwischen den Wegeventilen 6 und 7.

[0026] In Fig.2 sind schematisch die möglichen Schaltstellungen (a) des ersten Wegeventils und (b) des zweiten Wegeventils im Detail dargestellt. Das erste Wegeventil 6 ist in dieser Ausführungsform als ein 2/2-Wegeventil dargestellt und ermöglicht in einer ersten Schaltstellung 61 einen beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit F. In einer zweiten Schaltstellung 62 sperrt es dagegen in beide Richtungen. Das zweite Wegeventil 7 ist in dieser Ausführungsform ein 2/3-Wegeventil 7 mit drei unterschiedlichen Schaltstellungen 71, 72, 73. In einer ersten Schaltstellung 71 ermöglicht das zweite Wegeventil 7 einen beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit F, in einer zweiten Schaltstel-

lung 72 umfasst das zweite Wegeventil 7 eine Rückschlagventilstellung, wobei der Durchlass in einer Richtung (hier in der Richtung zum oberen Zylinderraum 31 des Fahrzylinders 3) gesperrt ist und in einer dritten Schaltstellung 73 sperrt das zweite Wegeventil 7 in beide Richtungen.

[0027] Fig.3 zeigt die Schaltstellungen der Wegeventile 6, 7 beim (a) Eilgang, (b) Kraftgang, (c) Kraftabbau und (d) Stillstand, siehe dazu ergänzend auch Fig.2. Aus Übersichtsgründen wurden hier die Detailbezeichnungen der Druckleitungen im Druckkreis 4 weggelassen. Für die nachfolgend angegebenen Bezeichnungen der Druckleitung 41, 42, 43, 44, 45 wird auf Fig.1 verwiesen. Beim Eilgang BE in Fig.3a (Abwärtsbewegung der Kolbenstange 8 in Richtung R1 oder Aufwärtsbewegung der Kolbenstange 8 in Richtung R2, siehe Fig.1) hat das erste Wegeventil 6 die Schaltstellung 61 (beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit F in erster Druckleitung 41). Damit werden die beiden Zylinderräume 21, 22 des Arbeitszylinders 2 miteinander verbunden und somit über den beidseitig möglichen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit F ein Kurzschließen der beiden Zylinderräume 21, 22 erreicht. Damit kann mit der hydraulischen Flüssigkeit keine resultierende Kraft auf die Kolbenflächen des Arbeitszylinders ausgeübt werden, so dass dieser passiv mit dem Fahrzylinder mitläuft. Das zweite Wegeventil 7 steht dabei in der zweiten Schaltstellung 72 in der Rückschlagventilstellung, wobei der Durchlass in Richtung des oberen Zylinderraums 31 des Fahrzylinders 3 gesperrt ist, während ein Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit F in Richtung des Arbeitszylinders 2 bei einem Druck höher als ein Schwellendruck möglich ist und selbst bei hohem Druck am Fahrzylinder 3 ein Druckausgleich zwischen den Zylinderräumen 21, 22 des Arbeitszylinders 2 über die durch das erste Wegeventil 6 geöffnete Druckleitung 41 herrscht. Hierbei fördert die Hydraulikmaschine 5 bei einem Eilgang BE abwärts (R1) die hydraulische Flüssigkeit F vom unteren Zylinderraum 32 des Fahrzylinders 3 über die Druckleitungen 44 und 43 in den oberen Zylinderraum 31 des Fahrzylinders 3, während bei einem Eilgang BE aufwärts (R2) die hydraulische Flüssigkeit F vom oberen Zylinderraum 31 des Fahrzylinders 3 über die Druckleitungen 43 und 44 in den unteren Zylinderraum 32 des Fahrzylinders 3 gefördert wird. Durch die Schaltstellungen 61, 72 der Wegeventile 6, 7 herrscht immer ein Druckausgleich zwischen den Zylinderräumen 21, 22 im Arbeitszylinder 2, unabhängig davon, in welche Richtung und mit welcher Leistung die Hydraulikmaschine 5 die hydraulische Flüssigkeit F fördert.

[0028] Beim Kraftgang BK (Fig.3b) fördert die Hydraulikmaschine 5 die hydraulische Flüssigkeit F durch den ersten Druckanschluss 51 in die Druckleitungen 42, 43 in Richtung der oberen Zylinderräume 21, 31 des Arbeits- und Fahrzylinders 2, 3. Dazu steht das zweite Wegeventil weiterhin in der Rückschlagventilstellung 72, die einen Durchlass der nun durch die Förderleistung der Hydraulikmaschine 5 unter höherem Druck stehenden Hydraulik-

flüssigkeit F in den Druckleitungen 42, 43 in Richtung des Arbeitszylinders 2. Das erste Wegeventil 6 steht nun in der zweiten Schaltstellung 62, die die erste Druckleitung 41 in beide Richtungen sperrt, so dass die durch das zweite Wegeventil 7 in Schaltstellung 72 hindurchgelassene hydraulische Flüssigkeit F lediglich in den oberen Zylinderraum 21 zum Druckaufbau auf der Kolbenfläche 23 gelangen kann. Parallel dazu werden über die vierte Druckleitung 44 angeschlossen an den unteren Zylinderraum 32 des Fahrzylinders 3 und die fünfte Druckleitung 45 angeschlossen an den unteren Zylinderraum 22 des Arbeitszylinders 2 die hydraulische Flüssigkeit F aus den unteren Zylinderräumen 22, 32 über den zweiten Druckanschluss 52 der Hydraulikmaschine 5 abgepumpt und weiter in die oberen Zylinderräume 21, 31 gefördert. Durch diese Druckunterschiede zwischen oberem und unterem Zylinderraum in beiden Zylindern 2 und 3 wird eine große Kraft aufgebaut, die die Kolbenstange 8 bewegt, allerdings mit einer geringeren Geschwindigkeit als beim Eilgang, da ein größeres Volumen an hydraulischer Flüssigkeit nun umgefördert werden muss. Beim Kraftgang BK wirken Arbeitszylinder 2 und Fahrzylinder 3 zusammen auf die Kolbenstange 8 und sind daher beide am Kraftgang BK aktiv beteiligt, was zu einem effektiveren Betrieb des hydraulischen Antriebs 1 führt.

[0029] Nach Beendigung des Kraftgangs muss der hydraulische Antrieb über die Betriebsphase Entspannung BS wieder entspannt werden, damit nachfolgend die Kolbenstange in die andere Richtung bewegt werden kann. Hierzu verbleibt das erste Wegeventil 6 in der zweiten Schaltstellung 62, die die erste Druckleitung 41 in beide Richtungen sperrt, während das zweite Wegeventil 7 in die erste Schaltstellung 71 geschaltet wird, wo das zweite Wegeventil 7 einen beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit durch die zweite Druckleitung 42 ermöglicht, so dass sich die Druckunterschiede zwischen den oberen und unteren Zylinderräumen mittels einer Förderrichtung der hydraulischen Flüssigkeit F von den oberen Zylinderräumen 21, 31 zu den unteren Zylinderräumen 22, 32 abbauen können. Hierbei wird die hydraulische Flüssigkeit F vom oberen Zylinderraum 31 des Fahrzylinders 3 über die Druckleitungen 43 und 44 in den unteren Zylinderraum 32 gefördert. Gleichzeitig wird die hydraulische Flüssigkeit F vom oberen Zylinderraum 21 des Arbeitszylinders 2 über die erste Druckleitung 41 und über die zweite Druckleitung 42 mit offenem zweiten Wegeventil 7 in den unteren Zylinderraum 22 über die fünfte Druckleitung 45 gefördert.

[0030] Nachdem der hydraulische Antrieb entspannt ist, kann der Eilgang BE in Aufwärtsrichtung mit den Schaltstellungen gemäß Fig.3a und der entsprechenden Förderrichtung der hydraulischen Flüssigkeit F von dem oberen Zylinderraum 31 des Fahrzylinders in den unteren Zylinderraum 32 durch die Hydraulikmaschine 5 erfolgen.

[0031] Soll dagegen nach einem Eilgang BE aufwärts die mit den hydraulischen Antrieb 1 betriebene Maschine

in einer Halteposition BH verbleiben (Betriebsphase Halteposition oder Stillstand), so verbleibt das erste Wegeventil 6 in der zweiten Schaltstellung 62 und das zweite Wegeventil wird in die dritte Schaltstellung 73 geschaltet, wo es die zweite Druckleitung 42 in beide Richtungen sperrt. In der Halteposition BH fördert ferner die Hydraulikmaschine 5 keine hydraulische Flüssigkeit F in irgendeine Richtung, so dass die hydraulische Flüssigkeit F im Druckkreis 4 ohne Bewegung ruht und mittels des Vorspanndrucks die Kolbenstange 8 in ihrer Position hält.

[0032] Fig.4 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb des erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebs nach Fig.1 umfassend die Schritte des Betreibens des hydraulischen Antriebs 1 im Eilgang BE aufwärts oder abwärts mittels der Hydraulikmaschine 5 und des ersten und zweiten Wegeventils 6 und 7, wobei das erste Wegeventil 6 in einer ersten Druckleitung 41 des Druckkreises 4 angeordnet ist und in einer ersten Schaltstellung 61 betrieben wird, die die beiden Zylinderräume 21, 22 des Arbeitszylinders 2 zum beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit F kurzschließt, wobei das zweite Wegeventil 7 in einer Rückschlagventilstellung 72 betrieben wird, so dass der Durchlass in Richtung des oberen Zylinder-raums 31 des Fahrzylinders 3 gesperrt ist, aber die hydraulische Flüssigkeit F von der dritten Druckleitung 43 durch die zweite Druckleitung 42 in die erste Druckleitung 41 durchlässt, und wobei die Hydraulikmaschine 5 die hydraulische Flüssigkeit F für eine Bewegung R1 der Kolbenstange 8 in Richtung der unteren Zylinderräume 22, 32 und für eine Bewegung R2 in Richtung der oberen Zylinderräume 21, 31 fördert; sowie des Betreibens des hydraulischen Antriebs 1 im Kraftgang BK, wobei das erste Wegeventil 6 in einer zweiten Schaltstellung 62 betrieben wird, die die erste Druckleitung 41 in beide Richtungen sperrt, wobei das zweite Wegeventil 7 in der Rückschlagventilstellung 72 des Eilgangs verbleibt, und wobei die Hydraulikmaschine 5 die hydraulische Flüssigkeit F in Richtung der oberen Zylinderräume 21, 31 fördert; sowie des Entspannens BS des hydraulischen Antriebs 1 nach dem Kraftgang BK, wobei das erste Wegeventil 6 in der zweiten Schaltstellung 62 des Kraftgangs verbleibt, wobei das zweite Wegeventil 7 in einer ersten Schaltstellung 71 betrieben wird, die einen beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit F zum Kurz-schließen der beiden oberen Zylinderräume 21, 31 ermöglicht, und wobei die Hydraulikmaschine 5 die hydraulische Flüssigkeit F in Richtung der unteren Zylinderräume 22, 32 fördert. Danach erfolgt in dieser Ausführungsform der Eilgang aufwärts BE mit den bereits in Fig.3a und voranstehend beschriebenen Schaltstellungen der beide Wegeventile 6, 7 und der entsprechenden Förder-richtung der Hydraulikmaschine 5 umgekehrt zum Eilgang-abwärts und das erneute Durchführen des Entspannens BS, aber mit umgekehrter Förderrichtung der Hydraulikmaschine im Vergleich zum Entspannen BS nach dem Kraftgang BK. Daran anschließen kann einerseits das erneute Durchlaufen der voranstehend be-

schriebene Betriebsphasen (Eilgang-abwärts BE; Kraftgang BK, Entspannen BS, Eilgang aufwärts BE und Entspannen BS und so weiter) oder ein Übergang in die Halteposition BH mit den Schaltstellungen 62 und 73 des ersten und zweiten Wegeventils 6, 7. Die einzelnen Schaltstellungen und der Betrieb der Hydraulikmaschine 5 in eine der beiden Förderrichtungen für die hydraulischen Flüssigkeit F oder keine Förderung durch die Hydraulikmaschine 5 kann dabei auf geeignete Weise eingestellt, kontrolliert und/oder geschaltet werden. Vorzugsweise werden die Schaltstellungen durch eine Antriebssteuer-einheit 9 des hydraulischen Antriebs 1 eingestellt und die Hydraulikmaschine entsprechend angesteuert. Die entsprechenden Ansteuerungen können in der Antriebs-steuereinheit 9 hardwaremäßig oder softwaremäßig hinterlegt sein. Die Initiierung (Starten) der Antriebssteue-rung kann automatisch oder manuell erfolgen. In einer alternativen Ausführungsform werden die einzelnen Be-triebsphasen manuell eingestellt oder können manuell eingestellt werden.

Die hier gezeigten Ausführungsformen stellen nur Bei-spiele für die vorliegende Erfindung dar und dürfen daher nicht einschränkend verstanden werden.

25 Liste der Bezugszeichen

[0033]

- | | |
|----|--|
| 1 | hydraulischer Antrieb |
| 2 | Arbeitszylinder |
| 21 | oberer Zylinderraum des Arbeitszylinders |
| 22 | unterer Zylinderraum des Arbeitszylinders |
| 23 | Kolbenfläche (Ringfläche) des Arbeitszylinders |
| 3 | Fahrzylinder |
| 31 | oberer Zylinderraum des Fahrzylinders |
| 32 | unterer Zylinderraum des Fahrzylinders |
| 33 | Kolbenfläche (Ringfläche) des Fahrzylinders |
| 4 | Druckkreis |
| 41 | erste Druckleitung des Druckkreises |
| 42 | zweite Druckleitung des Druckkreises |
| 43 | dritte Druckleitung des Druckkreises |
| 44 | vierte Druckleitung des Druckkreises |
| 45 | fünfte Druckleitung des Druckkreises |
| 5 | Hydraulikmaschine |
| 51 | erster Druckanschluss der Hydraulikmaschine an den Druckkreis |
| 52 | zweiter Druckanschluss der Hydraulikmaschine an den Druckkreis |
| 53 | Pumpe der Hydraulikmaschine |
| 54 | Motor der Hydraulikmaschine |
| 6 | erstes Wegeventil |
| 61 | erste Schaltstellung des ersten Wegeventils |
| 62 | zweite Schaltstellung des ersten Wegeventils |
| 7 | zweites Wegeventil |
| 71 | erste Schaltstellung des zweiten Wegeventils |
| 72 | zweite Schaltstellung des zweiten Wegeventils |
| 73 | dritte Schaltstellung des zweiten Wegeventils |
| 8 | gemeinsame Kolbenstange der Arbeits- und Fahr- |

	zylinder	
9	Antriebssteuereinheit des hydraulischen Antriebs	
BE	Betrieb des hydraulischen Antriebs in der Betriebsphase "Eilgang"	5
BH	Betrieb des hydraulischen Antriebs in der Betriebsphase "Halteposition"	
BK	Betrieb des hydraulischen Antriebs in der Betriebsphase "Kraftgang"	10
BS	Betrieb des hydraulischen Antriebs in der Betriebsphase "Entspannen"	15
F	hydraulische Flüssigkeit	
R1, R2	Kolbenbewegungsrichtungen (abwärts/aufwärts oder rein/raus)	20

Patentansprüche

1. Ein hydraulischer Antrieb (1) umfassend einen Arbeitszylinder (2) und einen mechanisch mit dem Arbeitszylinder (2) verbundenen Fahrzylinder (3), wobei der Arbeitszylinder (2) und der Fahrzylinder (3) jeweils einen oberen und einen unteren Zylinderraum (21, 22, 31, 32) umfassen und alle vier Zylinderräume (21, 22, 31, 32) der Arbeits- und Fahrzylinder (2, 3) in einem geschlossenen und mit einer hydraulischen Flüssigkeit (F) gefüllten und vorgespannten Druckkreis (4) in geeigneter Weise miteinander verbunden sind, eine Hydraulikmaschine (5) mit erstem und zweitem Druckanschluss (51, 52) im Druckkreis (4) zur Umförderung der hydraulischen Flüssigkeit (F) zwischen den einzelnen Zylinderräumen (21, 22, 31, 32) der Arbeits- und Fahrzylinder (2, 3) während des Betriebs des hydraulischen Antriebs (1) angeordnet ist, wobei der erste Druckanschluss (51) der Hydraulikmaschine (5) über eine zweite und dritte Druckleitung (42, 43) des Druckkreises (4) mit den jeweils oberen Zylinderräumen (21, 31) der Arbeits- und Fahrzylinder (2, 3) verbunden ist, und wobei mindestens ein erstes Wegeventil (6) und ein zweites mindestens drei unterschiedlichen Schaltstellungen (71, 72, 73) aufweisendes Wegeventil (7) so im Druckkreis (4) angeordnet sind, dass deren jeweilige für die verschiedenen Betriebsphasen des hydraulischen Antriebs (1) geeigneten Schaltstellungen (61, 62, 71, 72, 73) zusammen mit der geeignet betriebenen Hydraulikmaschine (5) eine gemeinsame Bewegung des Arbeits- und Fahrzylinders (2, 3) in die eine oder andere Kolbenbewegungsrichtung (R1, R2) ermöglichen, vorzugsweise werden dafür nur das erste und das zweite Wegeventil (6, 7) im Druckkreis (4) angeordnet, wobei das zweite Wegeventil (7) in der zweiten Druckleitung (42) zum oberen Zylinderraum (21) des Arbeitszylinders (2) angeordnet ist, wobei eine erste der Schaltstellungen (71) des zweiten Wegeventils (7) einen beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit (F) zum Kurzschließen der beiden oberen Zylinderräume (21, 31) ermöglicht, eine zweite der Schaltstellungen (72) des zweiten Wegeventils (7) eine Rückschlagventilstellung ist, wobei der Durchlass in Richtung des oberen Zylinderraums (31) des Fahrzylinders (3) gesperrt ist und in umgekehrte Richtung ermöglicht wird, und eine dritte der Schaltstellungen (73) des zweiten Wegeventils (7) die zweite Druckleitung (42) in beide Richtungen sperrt.
2. Der hydraulische Antrieb (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das erste Wegeventil (6) in einer ersten Druckleitung (41) des Druckkreises (4) angeordnet ist, die die beiden Zylinderräume (21, 22) des Arbeitszylinders (2) miteinander verbindet und in einer ersten Schaltstellung (61) einen beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit (F) zum Kurzschließen der beiden Zylinderräume (21, 22) ermöglicht.
3. Der hydraulische Antrieb (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das erste Wegeventil (6) ein 2/2-Wegeventil (6) ist und dazu vorgesehen ist, in der anderen zweiten Schaltstellung (62) die erste Druckleitung (41) in beide Richtungen zu sperren.
4. Der hydraulische Antrieb (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das zweite Wegeventil (7) ein 2/3-Wegeventil (7) ist.
5. Der hydraulische Antrieb (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der zweite Druckanschluss (52) der Hydraulikmaschine (5) über eine vierte und fünfte Druckleitung (44, 45) des Druckkreises (4) mit den unteren Zylinderräumen (22, 32) der Arbeits- und Fahrzylinder (2, 3) ohne zwischengeschaltete Wegeventile verbunden ist.
6. Der hydraulische Antrieb (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** sowohl der Arbeitszylinder (2) als auch der Fahrzylinder (3) Gleichgangzylinder mit jeweiligen Ringflächen (23, 33) als Kolbenflächen sind.
7. Der hydraulische Antrieb (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Arbeitszylinder (2) und der Fahrzylinder (3)

als Tandemzylinder mit gemeinsamer Kolbenstange (8) angeordnet sind.

8. Der hydraulische Antrieb (1) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet,** 5
dass die Kolbenflächen (33) des Fahrzylinders (3) kleiner sind als die Kolbenflächen (23) des Arbeitszylinders (2).
9. Der hydraulische Antrieb (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, 10
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hydraulikmaschine (5) nur eine einzige Pumpe (53) und einen mit der Pumpe (53) mechanisch gekoppelten Motor (54) zum Antrieb der Pumpe (53) umfasst, wobei der Motor (54) drehzahlvariabel und/oder die Pumpe (53) eine Verstellpumpe ist. 15
10. Presse-, Biege- oder Stanzmaschine umfassend einen hydraulischen Antrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9. 20
11. Ein Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Antriebs (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 Antriebs umfassend mechanisch gekoppelte Arbeits- und Fahrzylinder (2, 3) mit jeweils einem oberen und einem unteren Zylinderraum (21, 22, 31, 32), wobei alle vier Zylinderräume (21, 22, 31, 32) der Arbeits- und Fahrzylinder (2, 3) in einem geschlossenen und mit einer hydraulischen Flüssigkeit (F) gefüllten und vorgespannten Druckkreis (4) in geeigneter Weise miteinander verbunden sind und eine Hydraulikmaschine (5) mit erstem und zweitem Druckanschluss (51, 52) im Druckkreis (4) zur Umförderung der hydraulischen Flüssigkeit (F) zwischen den einzelnen Zylinderräumen (21, 22, 31, 32) der Arbeits- und Fahrzylinder (2, 3) während des Betriebs des hydraulischen Antriebs (1) angeordnet ist, umfassend die Schritte 25
30
35
40

- Betreiben (BE) des hydraulischen Antriebs (1) im Eilgang aufwärts oder abwärts mittels der Hydraulikmaschine (5) und eines ersten und eines zweiten Wegeventils (6, 7), wobei das erste Wegeventil (6) in einer ersten Druckleitung (41) des Druckkreises (4) angeordnet ist und in einer ersten Schaltstellung (61) betrieben wird, die die beiden Zylinderräume (21, 22) des Arbeitszylinders (2) zum beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit (F) kurzschließt, wobei das zweite Wegeventil (7) in einer Rückschlagventilstellung (72) betrieben wird, so dass der Durchlass in Richtung des oberen Zylinderraums (31) des Fahrzylinders (3) gesperrt ist, und wobei die Hydraulikmaschine (5) die hydraulische Flüssigkeit (F) für eine Bewegung (R1) der Kolbenstange (8) in Richtung der un-

teren Zylinderräume (22, 32) und für eine Bewegung (R2) in Richtung der oberen Zylinderräume (21, 31) fördert,

- Betreiben (BK) des hydraulischen Antriebs (1) im Kraftgang, wobei das erste Wegeventil (6) in einer zweiten Schaltstellung (62) betrieben wird, die die erste Druckleitung (41) in beide Richtungen sperrt, wobei das zweite Wegeventil (7) in der Rückschlagventilstellung (72) des Eilgangs verbleibt, und wobei die Hydraulikmaschine (5) die hydraulische Flüssigkeit (F) in Richtung der oberen Zylinderräume (21, 31) fördert,
- Entspannen (BS) des hydraulischen Antriebs (1) nach dem Kraftgang, wobei das erste Wegeventil (6) in der zweiten Schaltstellung (62) des Kraftgangs verbleibt, wobei das zweite Wegeventil (7) in einer ersten Schaltstellung (71) betrieben wird, die einen beidseitigen Durchlass der hydraulischen Flüssigkeit (F) zum Kurzschließen der beiden oberen Zylinderräume (21, 31) ermöglicht, und wobei die Hydraulikmaschine (5) die hydraulische Flüssigkeit (F) in Richtung der unteren Zylinderräume (22, 32) fördert.

12. Das Verfahren nach Anspruch 11 umfassend den weiteren Schritt des Betreibens (BH) des hydraulischen Antriebs (1) im Stillstand, wobei das erste und das zweite Wegeventil (6, 7) in einer Schaltstellung (62, 73) betrieben werden, die die jeweiligen Druckleitungen (41, 42) in beide Richtungen sperren, und wobei die Hydraulikmaschine (5) die hydraulische Flüssigkeit (F) nicht fördert. 30
13. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12 umfassend den weiteren Schritt des drehzahlvariablen Betreibens der Hydromaschine (5) mittels eines mechanisch gekoppelten Elektromotors (54). 35

40 Claims

1. A hydraulic actuator (1) comprising a working cylinder (2) and a driving cylinder (3) mechanically connected to the working cylinder (2), wherein the working cylinder (2) and the driving cylinder (3) in each case include an upper and a lower cylinder chamber (21, 22, 31, 32) and all four cylinder chambers (21, 22, 31, 32) of the working and driving cylinders (2, 3) are connected to each other in a suitable manner in a closed pressure circuit (4) that is precompressed and filled with a hydraulic fluid (F); a hydraulic machine (5) with first and second pressure ports (51, 52) is arranged in the pressure circuit (4) for moving the hydraulic fluid (F) between the individual cylinder chambers (21, 22, 31, 32) of the working and driving cylinders (2, 3) during the operation of the hydraulic actuator (1), wherein the first pressure port (51) of the hydraulic machine (5) is connected to the corre-

- sponding upper cylinder chambers (21, 23) of the working and driving cylinders (2, 3) via a second and a third pressure line (42, 43) of the pressure circuit (4); and wherein at least a first directional valve (6) and a second directional valve (7) having at least three different switch positions (71, 72, 73) are so arranged in the pressure circuit (4) that their respective switch positions (61, 62, 71, 72, 73) suitable for the various phases of operation of the hydraulic actuator (1), together with the suitably operated hydraulic machine (5), make possible a common movement of the working and driving cylinders (2, 3) in one or the other of the piston movement directions (R1, R2), only the first and the second directional valves (6, 7) in the pressure circuit (4) preferably being arranged for this; wherein the second directional valve (7) is arranged in the second pressure line (42) to the upper cylinder chamber (21) of the working cylinder (2); wherein a first of the switch positions (71) of the second directional valve (7) makes possible a two-way passage of the hydraulic fluid (F) in order to short-circuit the two upper cylinder chambers (21, 31), a second of the switch positions (72) of the second directional valve (7) is a non-return valve position, wherein the passage is blocked in the direction of the upper cylinder chamber (31) of the driving cylinder (3) and is made possible in the reverse direction, and a third one of the switch positions (73) of the second directional valve (7) blocks the second pressure line (42) in both directions.
2. The hydraulic drive (1) according to claim 1, **characterized in that** the first directional valve (6) is arranged inside a first pressure line (41) of the pressure circuit (4), which connects the two cylinder chambers (21, 22) of the working cylinder (2) with each other, and in a first switch position (61) enables a two-way passage of the hydraulic fluid (F) for the purpose of short-circuiting the two cylinder chambers (21, 22).
 3. The hydraulic drive (1) according to claim 2, **characterized in that** the first directional valve (6) is a 2/2-way valve (6) and is intended to block the pressure line (41) in both directions in the other, second switch position (62).
 4. The hydraulic drive (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the second directional valve (7) is a 2/3-way valve (7).
 5. The hydraulic drive (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the second pressure connection (52) of the hydraulic machine (5) is connected with the lower cylinder chambers (22, 32) of the working and driving cylinders (2, 3) via a fourth and a fifth pressure line (44, 45) of the pressure circuit (4), without interposed directional valves.
 6. The hydraulic drive (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** both, the working cylinder (2) and the driving cylinder (3) are synchronizing cylinders with respective ring surfaces (23, 33) as piston surfaces.
 7. The hydraulic drive (1) according to claim 6, **characterized in that**, the working cylinder (2) and the driving cylinder (3) are arranged as tandem cylinders with a common piston rod (8).
 8. The hydraulic drive (1) according to claim 6 or 7, **characterized in that** the piston surfaces (33) of the driving cylinder (3) are smaller than the piston surfaces (23) of the working cylinder (2).
 9. The hydraulic drive (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the hydraulic machine (5) comprises only one pump (53) and one motor (54) mechanically coupled with the pump (53) for driving the pump (53), whereby the motor (54) is a variable speed motor and/or the pump (53) is a variable displacement pump.
 10. Pressing machine, bending machine or punch machine comprising a hydraulic drive (1) according to any of the claims 1 to 9.
 11. A method for operating a hydraulic actuator (1) according to any of claims 1 to 9 comprising a mechanically connected working cylinder and driving cylinder (2, 3), in each case having an upper and a lower cylinder chamber (21, 22, 31, 32), wherein all four cylinder chambers (21, 22, 31, 32) of the working and driving cylinders (2, 3) are connected to each other in a suitable manner in a closed pressure circuit (4) that is precompressed and filled with a hydraulic fluid (F), and a hydraulic machine (5) with first and second pressure ports (51, 52) arranged in the pressure circuit (4) for moving the hydraulic fluid (F) between the individual cylinder chambers (21, 22, 31, 32) of the working and driving cylinders (2, 3) during the operation of the hydraulic actuator (1), comprising the steps
 - operating (BE) the hydraulic drive (1) in fast mode up or down by means of the hydraulic machine (5) and one first and one second directional valve (6, 7), whereby the first directional valve

(6) is arranged in a first pressure line (41) of the pressure circuit (4) and is operated in a first switch position (61), which short-circuits the two cylinder chambers (21, 22) of the working cylinder (2) for two-way passage of the hydraulic fluid (F), wherein the second directional valve (7) is operated in a non-return valve position (72) so that the passage in the direction of the upper cylinder chamber (31) of the driving cylinder (3) is blocked, and wherein the hydraulic machine (5) conveys the hydraulic fluid (F) for a movement (R1) of the piston rod (8) in the direction of the lower cylinder chambers (22, 32) and for a movement (R2) in the direction of the upper cylinder chambers (21, 31),

- operating (BK) the hydraulic drive (1) in power mode, whereby the first directional valve (6) is operated in a second switch position (62), which blocks the first pressure line (41) in both directions, whereby the second directional valve (7) remains in the non-return valve position (72) of the fast mode, and whereby the hydraulic machine (5) conveys the hydraulic fluid (F) in the direction of the upper cylinder chambers (21, 31),

- releasing (BS) the hydraulic drive (1) after power mode, wherein the first directional valve (6) remains in the second switch position (62) of the power mode, whereby the second directional valve (7) is operated in a first switch position (71) which enables a two-way passage of the hydraulic fluid (F) for short-circuiting the two upper cylinder chambers (21, 31), and wherein the hydraulic machine (5) conveys the hydraulic fluid (F) in the direction of the lower cylinder chambers (22, 32).

12. The method according to claim 11, comprising the further step of operating (BH) the hydraulic drive (1) during standstill, wherein the first and the second directional valves (6, 7) are operated in a switch position (62, 73) which blocks the corresponding pressure lines (41, 42) in both directions, and wherein the hydraulic machine (5) does not convey the hydraulic fluid (F).
13. The method according to one of the claims 11 or 12, comprising the further step of operating the hydraulic machine (5) with variable rotational speed by means of a mechanically coupled electric motor (54).

Revendications

1. Entraînement hydraulique (1) comprenant un cylindre de travail (2) et un cylindre de déplacement (3) relié mécaniquement au cylindre de travail (2), le cylindre de travail (2) et le cylindre de déplacement (3)

comprenant chacun une chambre de cylindre supérieure et une chambre inférieure (21, 22, 31, 32) et les quatre chambres de cylindre (21, 22, 31, 32) du cylindre de travail et du cylindre de déplacement (2, 3) étant reliées les unes aux autres de manière appropriée dans un circuit de pression (4) fermé et précontraint, rempli d'un liquide hydraulique (F), une machine hydraulique (5) présentant un premier et un deuxième raccord de pression (51, 52) étant disposée dans le circuit de pression (4) pour transférer le liquide hydraulique (F) entre les différentes chambres de cylindre (21, 22, 31, 32) du cylindre de travail et du cylindre de déplacement (2, 3) pendant le fonctionnement de l'entraînement hydraulique (1), le premier raccord de pression (51) de la machine hydraulique (5) étant relié via une deuxième et une troisième conduite de pression (42, 43) du circuit de pression (4) aux chambres de cylindre supérieures (21, 31) respectives des cylindres de travail et de déplacement (2, 3) et au moins une première soupape de distribution (6) et au moins une deuxième soupape de distribution (7) présentant au moins trois positions de commutation différentes (71, 72, 73) étant disposées dans le circuit de pression (4) de manière telle que leurs positions de commutation (61, 62, 71, 72, 73) respectives appropriées pour les différentes phases de fonctionnement de l'entraînement hydraulique (1) permettent, conjointement avec la machine hydraulique (5) fonctionnant de manière appropriée, un déplacement commun du cylindre de travail et du cylindre de déplacement (2, 3) dans l'un ou l'autre sens de déplacement du piston (R1, R2), de préférence, à cette fin, seules la première et la deuxième soupapes de distribution (6, 7) sont disposées dans le circuit de pression (4), la deuxième soupape de distribution (7) étant disposée dans la deuxième conduite de pression (42) vers la chambre de cylindre (21) supérieure du cylindre de travail (2), une première des positions de commutation (71) de la deuxième soupape de distribution (7) permettant un passage des deux côtés du liquide hydraulique (F) pour court-circuiter les deux chambres de cylindre supérieures (21, 31), une deuxième des positions de commutation (72) de la deuxième soupape de distribution (7) étant une position de clapet anti-retour, le passage vers la chambre de cylindre supérieure (31) du cylindre de déplacement (3) étant bloqué et permis en sens inverse et une troisième des positions de commutation (73) de la deuxième soupape de distribution (7) bloquant la deuxième conduite de pression (42) dans les deux sens.

2. Entraînement hydraulique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première soupape de distribution (6) est disposée dans une première conduite de pression (41) du circuit de pression (4), qui relie les deux chambres de

- cylindre (21, 22) du cylindre de travail (2) l'une avec l'autre et qui permet, dans une première position de commutation (61), un passage des deux côtés du liquide hydraulique (F) pour court-circuiter les deux chambres de cylindre (21, 22).
- 5
3. Entraînement hydraulique (1) selon la revendication 2,
caractérisé en ce que
la première soupape de distribution (6) est une soupape à 2/2 voies (6) et est destinée à bloquer, dans l'autre deuxième position de commutation (62), la première conduite de pression (41) dans les deux sens.
- 10
4. Entraînement hydraulique (1) selon une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
la deuxième soupape de distribution (7) est une soupape à 2/3 voies (7).
- 15
5. Entraînement hydraulique (1) selon une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
le deuxième raccord de pression (52) de la machine hydraulique (5) est relié, via une quatrième et une cinquième conduite de pression (44, 45) du circuit de pression (4) aux chambres de cylindre inférieures (22, 32) des cylindres de travail et de déplacement (2, 3) sans soupape de distribution intercalée.
- 20
- 25
- 30
6. Entraînement hydraulique (1) selon une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
tant le cylindre de travail (2) que le cylindre de déplacement (3) sont des cylindres synchrones présentant des surfaces annulaires (23, 33) respectives en tant que surfaces de piston.
- 35
7. Entraînement hydraulique (1) selon la revendication 6,
caractérisé en ce que
le cylindre de travail (2) et le cylindre de déplacement (3) sont disposés en tant que cylindres tandem présentant des tiges de piston (8) communes.
- 40
- 45
8. Entraînement hydraulique (1) selon la revendication 6 ou 7,
caractérisé en ce que
les surfaces (33) de piston du cylindre de déplacement (3) sont plus petites que les surfaces (23) de piston du cylindre de travail (2).
- 50
9. Entraînement hydraulique (1) selon une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
la machine hydraulique (5) ne comprend qu'une seule pompe (53) et un moteur (54) accouplé mécaniquement à la pompe (53) pour l'entraînement de la pompe (53), le moteur (54) étant un moteur à vitesse variable et/ou la pompe (53) étant une pompe réglable.
- 5
10. Machine à presser, à cintrer ou à poinçonner, comprenant un entraînement hydraulique (1) selon une des revendications 1 à 9.
- 10
11. Procédé pour le fonctionnement d'un entraînement hydraulique (1) selon une des revendications 1 à 9, comprenant un cylindre de travail et un cylindre de déplacement (2, 3) accouplés mécaniquement présentant chacun une chambre de cylindre supérieure et une chambre de cylindre inférieure (21, 22, 31, 32), les quatre chambres de cylindre (21, 22, 31, 32) du cylindre de travail et du cylindre de déplacement (2, 3) étant reliées l'une à l'autre de manière appropriée dans un circuit de pression (4) fermé et précontraint, rempli d'un liquide hydraulique (F) et une machine hydraulique (5) présentant un premier et un deuxième raccord de pression (51, 52) étant disposée dans le circuit de pression (4) pour transférer le liquide hydraulique (F) entre les différentes chambres de cylindre (21, 22, 31, 32) du cylindre de travail et du cylindre de déplacement (2, 3) pendant le fonctionnement de l'entraînement hydraulique (1), comprenant les étapes de
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- fonctionnement (BE) de l'entraînement hydraulique (1) dans un processus rapide vers le haut ou vers le bas au moyen de la machine hydraulique (5) et d'une première et d'une deuxième soupape de distribution (6, 7), la première soupape de distribution (6) étant disposée dans une première conduite de pression (41) du circuit de pression (4) et actionnée dans une première position de commutation (61), qui court-circuite les deux chambres de cylindre (21, 22) du cylindre de travail (2) pour le passage des deux côtés du liquide hydraulique (F), la deuxième soupape de distribution (7) étant actionnée dans une position de clapet anti-retour (72), de telle sorte que le passage vers la chambre de cylindre supérieure (31) du cylindre de déplacement (3) soit bloqué et la machine hydraulique (5) transportant le liquide hydraulique (F), pour un déplacement (R1) de la tige (8) de piston, vers les chambres de cylindre inférieures (22, 32) et pour un déplacement (R2) vers les chambres de cylindre supérieures (21, 31),
 - fonctionnement (BK) de l'entraînement hydraulique (1) dans un processus de force, la première soupape de distribution (6) étant actionnée dans une deuxième position de commutation (62), qui bloque la première conduite de pression (41) dans les deux sens, la deuxième soupape de distribution (7) restant dans la po-

sition de clapet anti-retour (72) du processus rapide et la machine hydraulique (5) transportant le liquide hydraulique (F) vers les chambres de cylindre supérieures (21, 31),

- détente (BS) de l'entraînement hydraulique (1) 5
après le processus de force, la première soupape de distribution (6) restant dans la deuxième position de commutation (62) du processus de force, la deuxième soupape de distribution (7) 10
étant actionnée dans une première position de commutation (71), qui permet un passage des deux côtés du liquide hydraulique (F) pour court-circuiter les deux chambres de cylindre supérieures (21, 31) et la machine hydraulique (5) 15
transportant le liquide hydraulique (F) vers les chambres de cylindre inférieures (22, 32).

12. Procédé selon la revendication 11, comprenant l'étape supplémentaire de fonctionnement (BH) de l'entraînement hydraulique (1) dans une position à l'arrêt, la première et la deuxième soupape de distribution (6, 7) étant actionnées dans une position de commutation (62, 73) qui bloque les conduites de pression (41, 42) respectives dans les deux sens et la machine hydraulique (5) ne transportant pas le 20
liquide hydraulique (F). 25

13. Procédé selon une des revendications 11 ou 12 comprenant l'étape supplémentaire de fonctionnement à vitesse variable de la machine hydraulique (5) au moyen d'un moteur électrique (54) accouplé de manière mécanique. 30

35

40

45

50

55

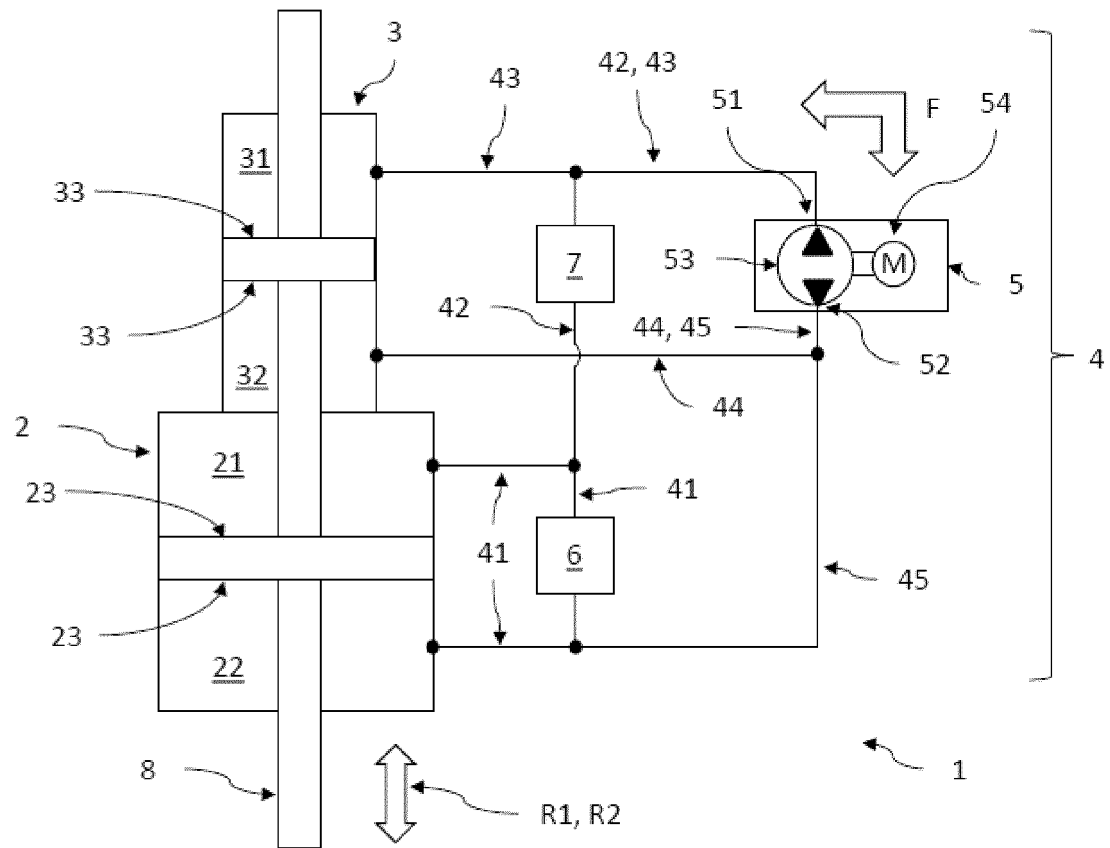


FIG.1

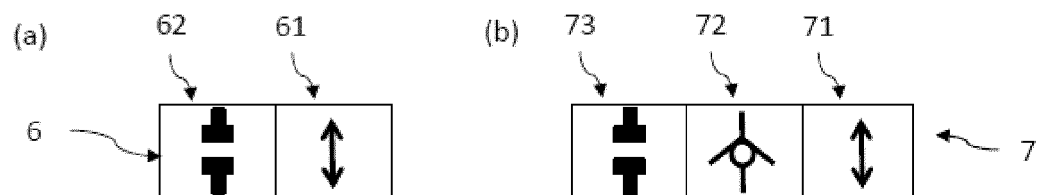


FIG.2

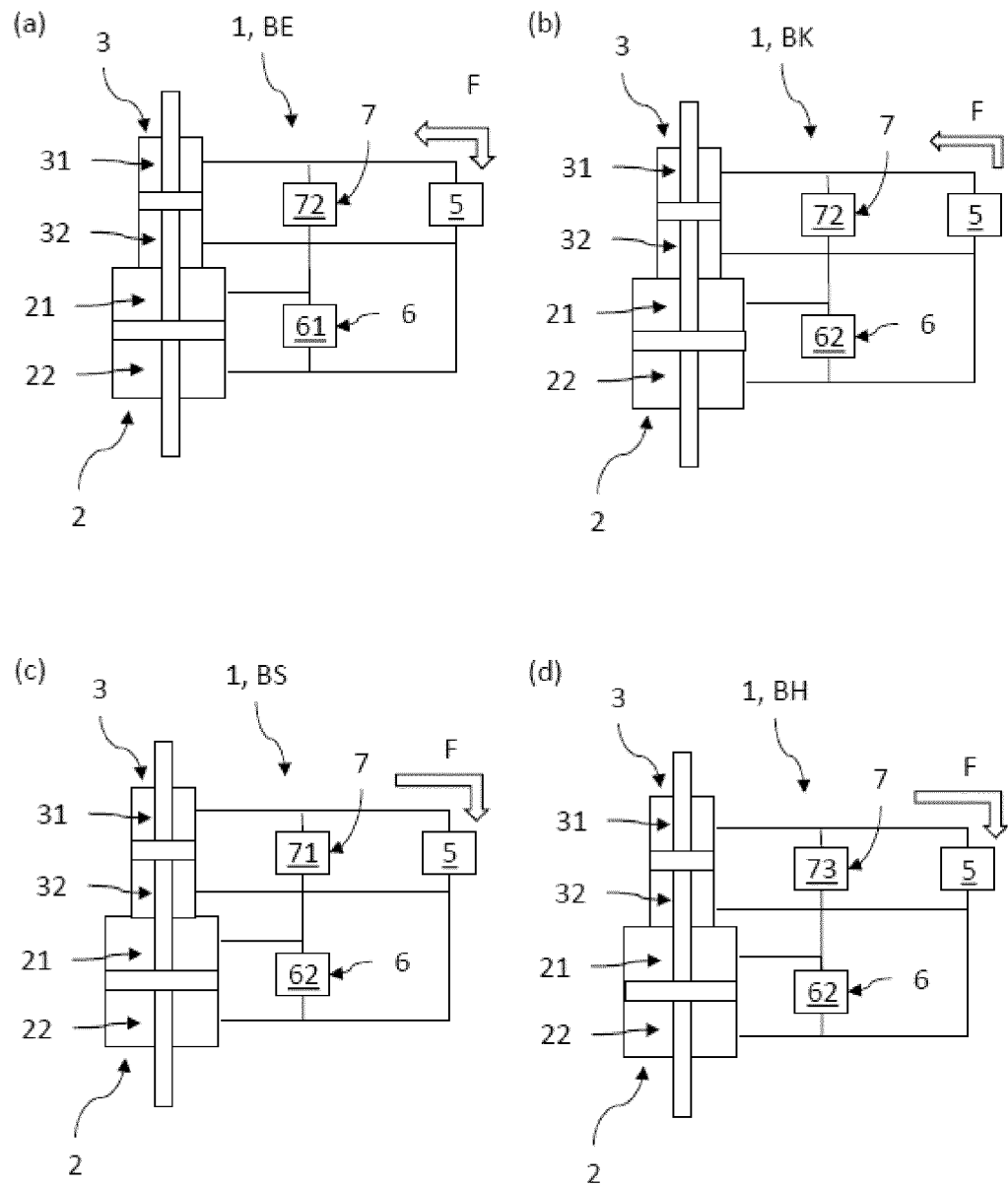


FIG.3

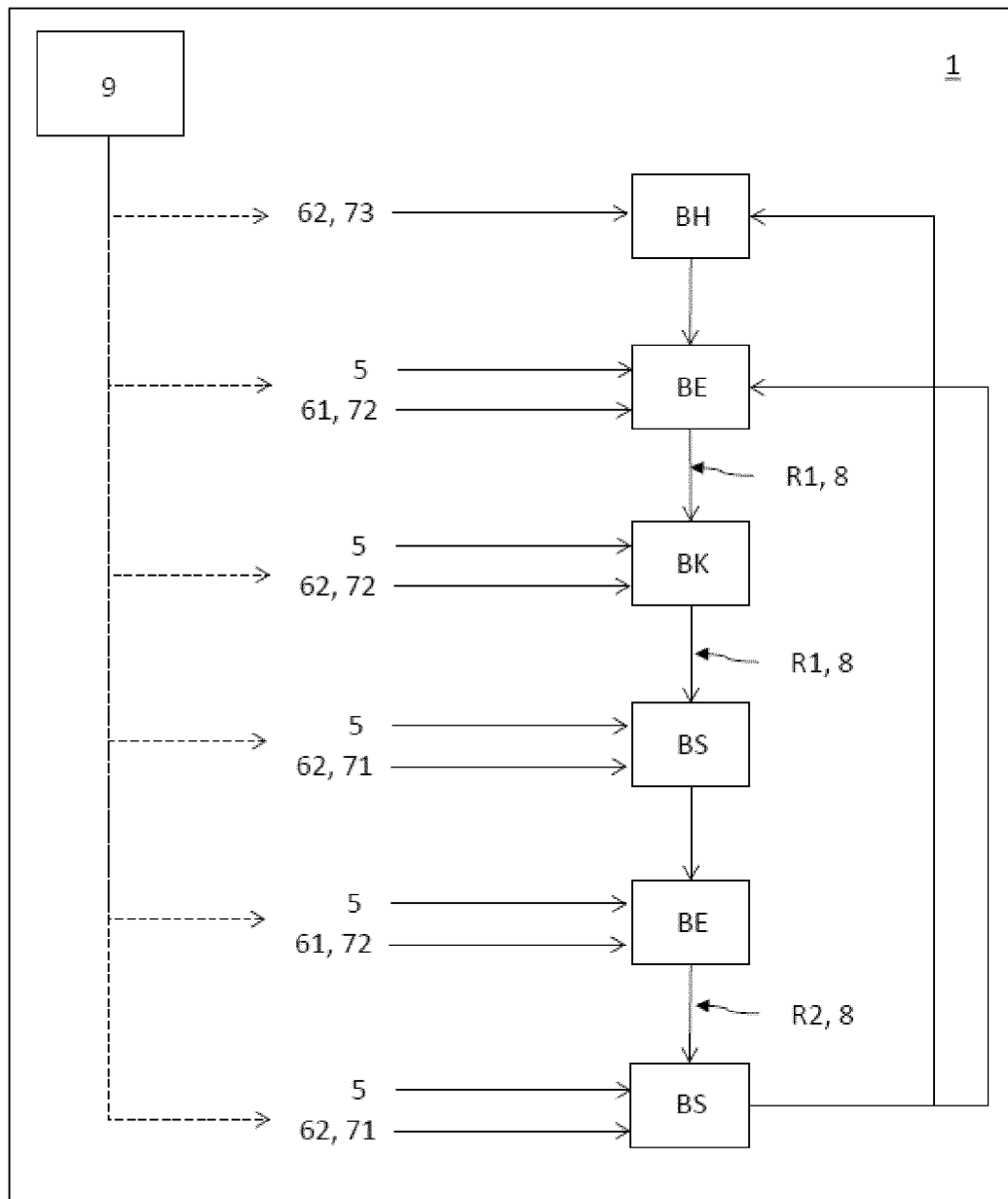


FIG.4

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

- JP H0639285 U [0003]
- EP 2480405 B1 [0004]