



(11)

EP 2 952 750 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.12.2015 Patentblatt 2015/50

(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**

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

(71) Anmelder: **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)

(54) **Hydrauliksystem**

(57) Die Erfindung betrifft einen hydraulischen 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 drehzahlveränderbare 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 (B) des hydraulischen Antriebs (1) angeordnet ist, und wobei mindestens ein erstes und ein zweites Wegeventile (6, 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. Dieser hydraulische Antrieb (1) benötigt eine Mindestanzahl an Komponenten, hält den Installationsaufwand gering, verbessert die Energieeffizienz, kann kompakt gebaut werden und ist ausreichend variabel betreibbar ist

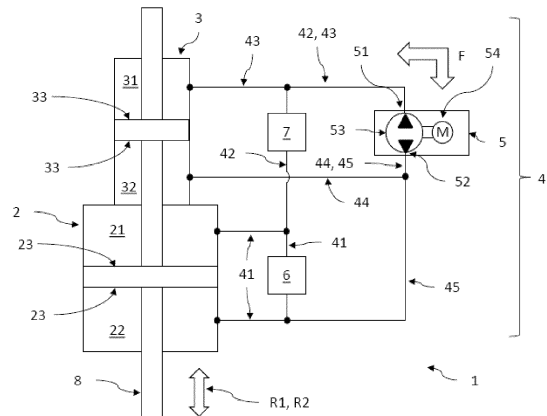


FIG.1

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] 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.

[0004] Es ist daher wünschenswert, einen hydraulischen Antrieb zur Verfügung zu stellen, der eine Mindestanzahl an Komponenten benötigt, den Installations-

aufwand gering hält, die Energieeffizienz verbessert, kompakt gebaut werden kann und ausreichend variabel betreibbar ist.

5 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.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen hydraulischen Antrieb umfassend einen Arbeitszylinder und einen mechanisch mit dem Arbeitszylinder verbundenen Fahrzylinder, wobei der Arbeitszylinder und der Fahrzylinder jeweils einen oberen und einen unteren Zylinder-
raum umfassen und 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, 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, und wobei mindestens ein erstes und ein zweites Wegeventil so im Druckkreis angeordnet sind, dass deren jeweilige für die verschiedenen Betriebsphasen des hydraulischen Antriebs geeigneten Schaltstellungen zusammen mit der geeignet betriebenen Hydraulikmaschine eine gemeinsame Bewegung des Arbeits- und Fahrzylinders in die eine oder andere Kolbenbewegungsrichtung ermöglichen, vorzugsweise werden dafür nur das erste und das zweite Wegeventil im Druckkreis angeordnet.

[0007] 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.

[0008] Die Fahr- und Arbeitszylinder besitzen jeweils zwei Zylinderräume, die durch einen Kolben mit jeweils einer Kolbenfläche zum oberen und unterem Zylinder-

raum 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

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] 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, konstant 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.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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 Gegenstand zur Fahrbewegung des Fahrzylinders aufbauen kann. Durch den Kurzschluss der Zylinderräume des Arbeitszylinders 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. Durch diese andere Schaltstellung kann ein Kraftaufbau am Arbeitszylinder erreicht werden, beispielsweise während des Kraftgangs.

[0016] 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.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform 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 Druckverbindung 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 zwei-

te Wegeventil dazu ein 2/3-Wegeventil mit drei unterschiedlichen Schaltstellungen.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform 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.

[0019] 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.

[0020] In einer Ausführungsform sind sowohl der Arbeitszylinder als auch der Fahrzylinder Gleichgangzylinder.

der 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] Die Erfindung bezieht sich des Weiteren auf Presse-, Biege- oder Stanzmaschine umfassend einen erfindungsgemäßen hydraulischen Antrieb.

[0025] 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 Hydraulikmaschine 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.

[0026] 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.

[0027] In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den weiteren Schritt des Betriebens des hydraulischen Antriebs im Stillstand, wobei das erste und das zweite Wegeventil in einer Schaltstellung betrieben werden, die die jeweiligen Druckleitungen in beide Richtun-

gen sperren, und wobei die Hydraulikmaschine die Hydraulische Flüssigkeit nicht fördert.

[0028] In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den weiteren Schritt des drehzahlvariablen Betriebs der Hydromaschine mittels eines mechanisch gekoppelten Elektromotors.

Kurze Beschreibung der Abbildungen

[0029] 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 Schaltstellungen (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

[0030] 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 Fahrzylinders 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 untere Zylinderraum 32 des Fahrzylinders 3 sind über die dritte und vierte Druckleitung 43 und 44 miteinander verbunden, wobei hier die Hydromaschine 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.

[0031] 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 Schaltstellung 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.

[0032] 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.

[0033] 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 Hydraulikflüssigkeit 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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 Zylinderraums 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 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. 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 Förderrichtung 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 beschriebene 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 Antriebssteuereinheit 9 des hydraulischen Antriebs 1 eingestellt und die Hydraulikmaschine entsprechend angesteuert. Die entsprechenden Ansteuerungen können in der Antriebssteuereinheit 9 hardwaremäßig oder softwaremäßig hinterlegt sein. Die Initiierung (Starten) der Antriebssteuerung kann automatisch oder manuell erfolgen. In einer alternativen Ausführungsform werden die einzelnen Betriebsphasen manuell eingestellt oder können manuell eingestellt werden.

[0038] Die hier gezeigten Ausführungsformen stellen nur Beispiele für die vorliegende Erfindung dar und dürfen daher nicht einschränkend verstanden werden. Alternative durch den Fachmann in Erwägung gezogene Ausführungsformen sind gleichermaßen vom Schutzbereich der vorliegenden Erfindung umfasst.

Liste der Bezugszeichen

[0039]

- | | |
|----|--|
| 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 5
 52 zweiter Druckanschluss der Hydraulikmaschine an den Druckkreis
 53 Pumpe der Hydraulikmaschine
 54 Motor der Hydraulikmaschine 10
 6 erstes Wegeventil
 61 erste Schaltstellung des ersten Wegeventils
 62 zweite Schaltstellung des ersten Wegeventils
 7 zweites Wegeventil
 71 erste Schaltstellung des zweiten Wegeventils 15
 72 zweite Schaltstellung des zweiten Wegeventils
 73 dritte Schaltstellung des zweiten Wegeventils
 8 gemeinsame Kolbenstange der Arbeits- und Fahrzylinder
 9 Antriebssteuereinheit des hydraulischen Antriebs 20

- BE Betrieb des hydraulischen Antriebs in der Betriebsphase "Eilgang"
 BH Betrieb des hydraulischen Antriebs in der Betriebsphase "Halteposition" 25
 BK Betrieb des hydraulischen Antriebs in der Betriebsphase "Kraftgang"
 BS Betrieb des hydraulischen Antriebs in der Betriebsphase "Entspannen" 30
 F hydraulische Flüssigkeit 35
 R1, R2 Kolbenbewegungsrichtungen (abwärts/aufwärts oder rein/raus)

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, und wobei mindestens ein

erstes und ein zweites Wegeventile (6, 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.

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** 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, wobei das zweite Wegeventil (7) in der zweiten Druckverbindung (42) zum oberen Zylinderraum (21) des Arbeitszylinders (2) angeordnet ist.
5. Der hydraulische Antrieb (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das zweite Wegeventil (7) ein 2/3-Wegeventil (7) mit drei unterschiedlichen Schaltstellungen (71, 72, 73) ist.
6. Der hydraulische Antrieb (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** 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 umgekehrter Richtung ermöglicht wird, und

ein dritte der Schaltstellungen (73) des zweiten Wegeventils (7) die zweite Druckleitung (42) in beide Richtungen sperrt.

7. 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. 5 10
8. 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. 15 20
9. Der hydraulische Antrieb (1) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Arbeitszylinder (2) und der Fahrzylinder (3) als Tandemzylinder mit gemeinsamer Kolbenstange (8) angeordnet sind. 25
10. Der hydraulische Antrieb (1) nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kolbenflächen (33) des Fahrzylinders (3) kleiner sind als die Kolbenflächen (23) des Arbeitszylinders (2). 30
11. Der hydraulische Antrieb (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
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. 35 40
12. Presse-, Biege- oder Stanzmaschine umfassend einen hydraulischen Antrieb (1) nach Anspruch 1. 45
13. Ein Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Antriebs (1) nach Anspruch 1 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 50 55

sigkeit (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

- 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 unteren 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.

14. Das Verfahren nach Anspruch 13 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.
15. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14 umfassend den weiteren Schritt des drehzahlvariablen Betreibens der Hydromaschine (5) mittels ei-

nes mechanisch gekoppelten Elektromotors (54).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

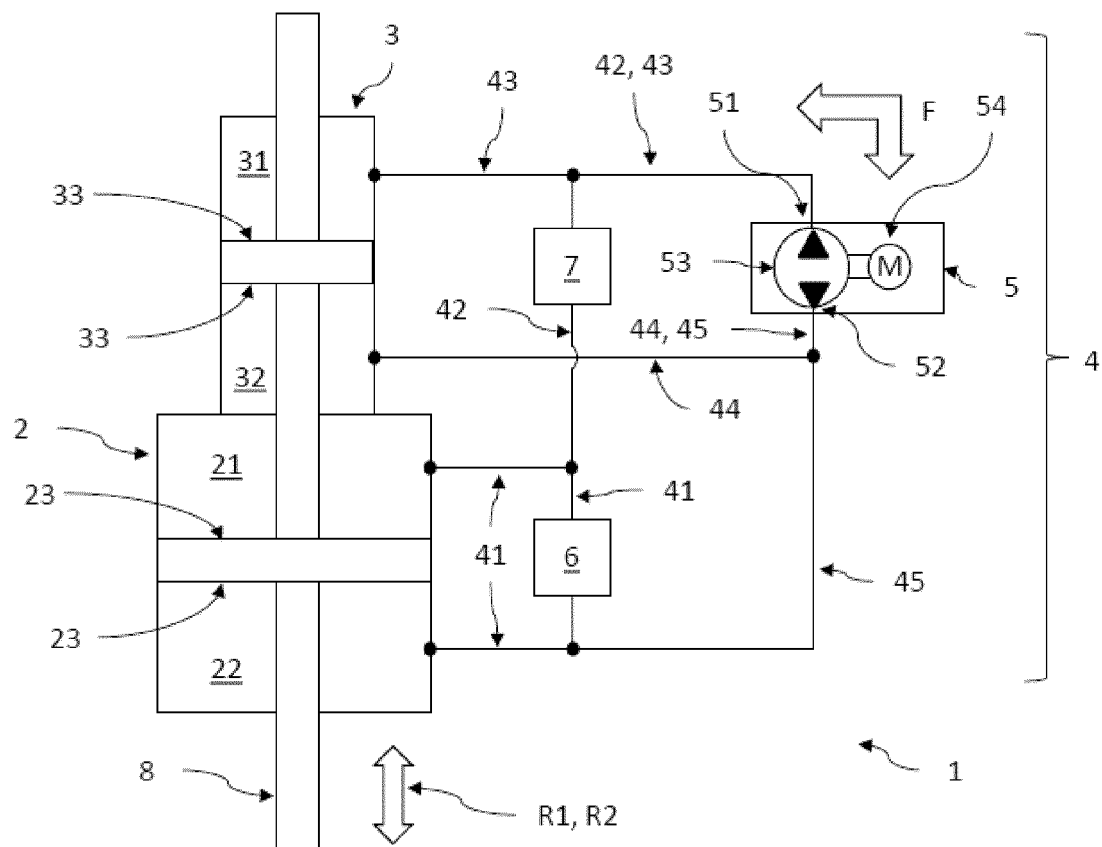


FIG.1

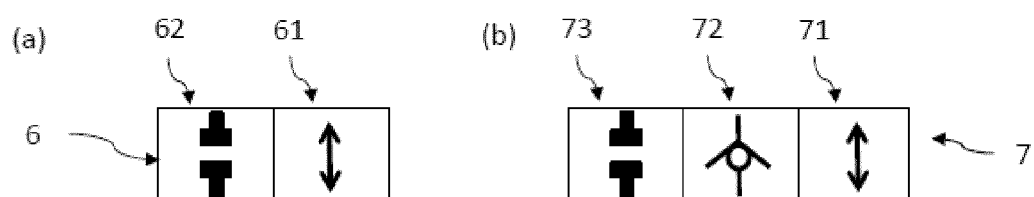


FIG.2

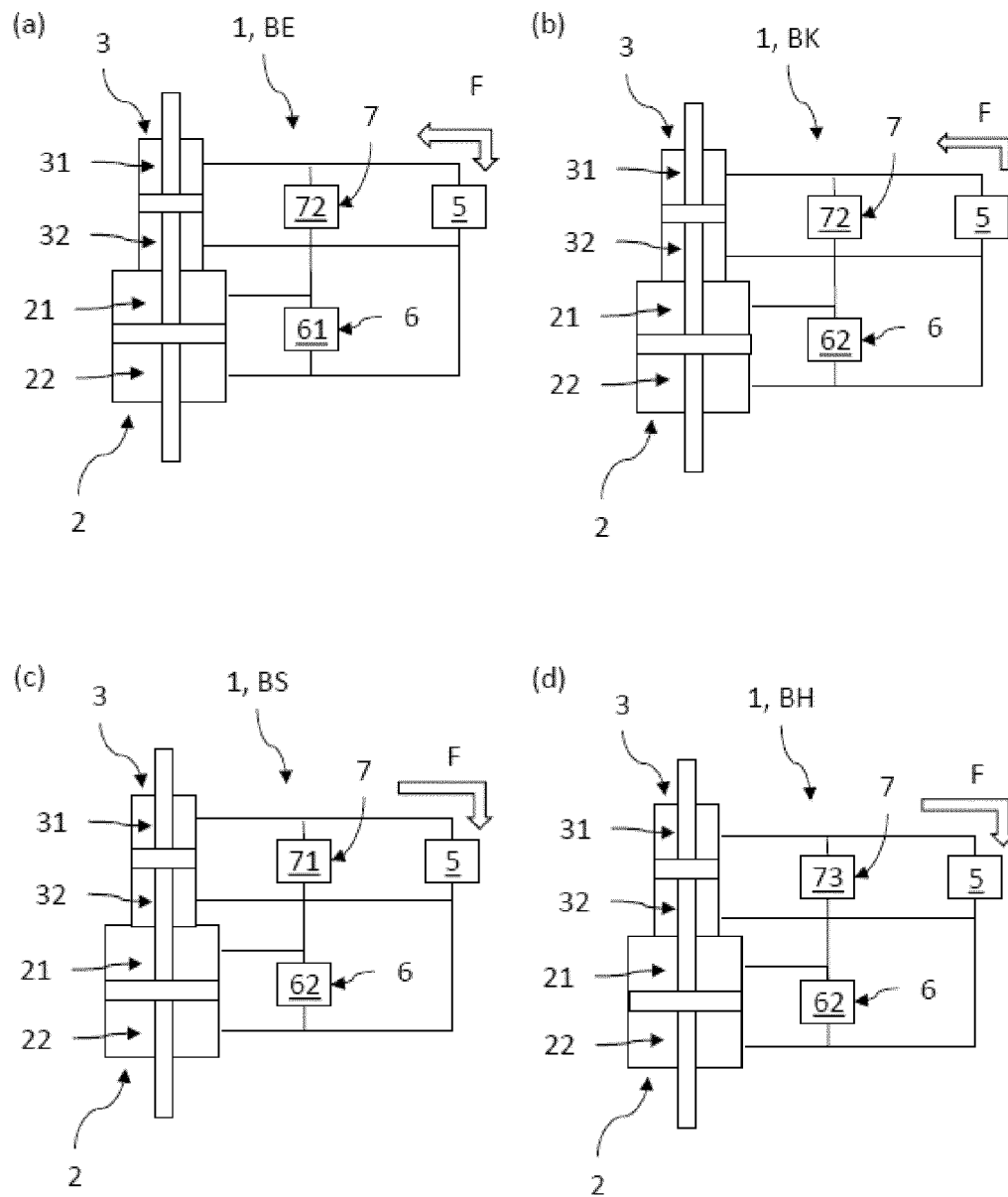


FIG.3

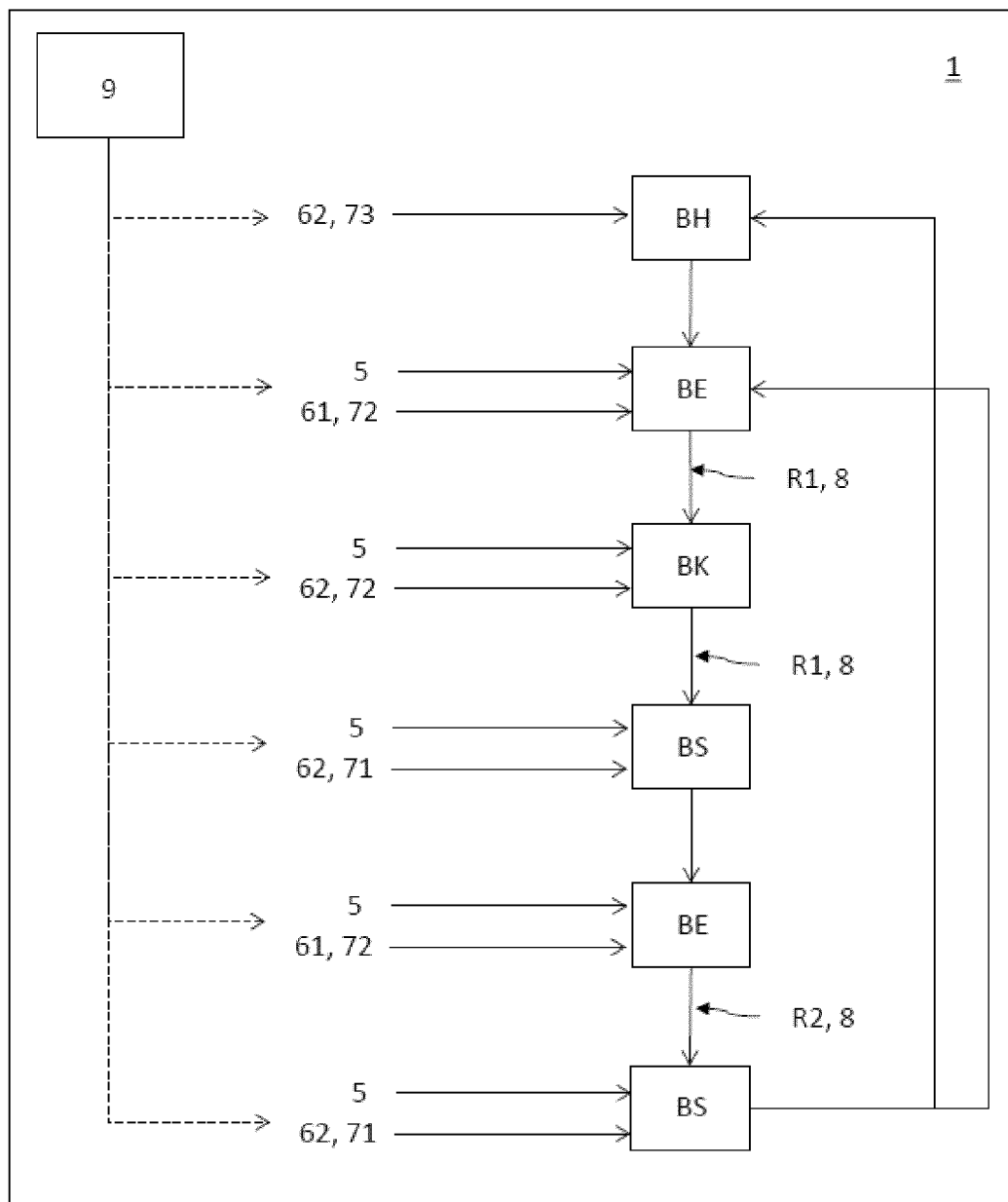


FIG.4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 17 1118

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H06 39285 U (-) 24. Mai 1994 (1994-05-24) * Abbildung 2 *	1-5,7-12	INV. F15B11/02 B30B15/16 F15B11/036
X	EP 0 311 779 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. April 1989 (1989-04-19) * Spalte 3, Zeile 31 - Spalte 14; Abbildungen 1-2 *	1,2, 8-10,12	
X	DE 10 2011 116964 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. Mai 2012 (2012-05-16) * Absatz [0028] - Absatz [0042]; Abbildungen 1-5 *	1,11,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F15B B30B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		11. November 2014	Bindreiff, Romain
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

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

EP 14 17 1118

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

11-11-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H0639285 U	24-05-1994	JP 2513964 Y2 JP H0639285 U	09-10-1996 24-05-1994
EP 0311779 A2	19-04-1989	DE 3734329 A1 EP 0311779 A2	20-04-1989 19-04-1989
DE 102011116964 A1	16-05-2012	CN 103201093 A DE 102011116964 A1 EP 2637852 A1 TW 201244920 A WO 2012062416 A1	10-07-2013 16-05-2012 18-09-2013 16-11-2012 18-05-2012

EPO FORM P0461

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

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

- EP 2480405 B1 [0003]