



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 061 559 A1** 2006.06.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 061 559.4**

(22) Anmeldetag: **21.12.2004**

(43) Offenlegungstag: **29.06.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F15B 11/08** (2006.01)

F15B 11/17 (2006.01)

F15B 1/02 (2006.01)

E02F 9/20 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Brueninghaus Hydromatik GmbH, 89275
 Elchingen, DE**

(72) Erfinder:

**Jacobs, Georg, Dr., 89073 Ulm, DE; Honnef,
 Johannes, 89075 Ulm, DE**

(74) Vertreter:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und
 Rechtsanwälte, 80331 München**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 103 43 016 A1

DE 100 13 194 A1

DE 40 08 792 A1

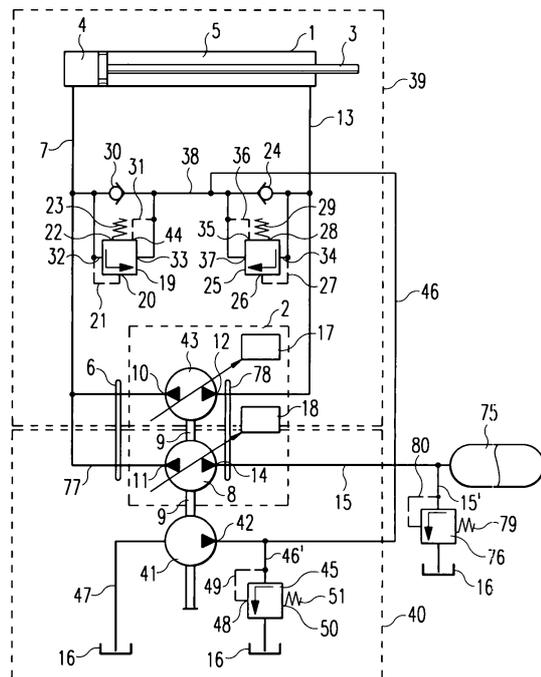
CA 6 05 046

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Hydraulischer Antrieb**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen hydraulischen Antrieb, mit einem Hydraulikzylinder (1), der durch einen Stellkolben (3) in eine erste Stelldruckkammer (4) und eine zweite Stelldruckkammer (5) geteilt ist. Der hydraulische Antrieb weist ferner einen geschlossenen hydraulischen Kreislauf (39) auf, der eine erste Hydropumpe (43) umfaßt, die mit einem ersten Anschluß (10) über eine erste Arbeitsleitung (7) mit der ersten Stelldruckkammer (4) verbunden ist und die mit einem zweiten Anschluß (12) über eine zweite Arbeitsleitung (13) mit der zweiten Stelldruckkammer (5) verbunden ist. Zudem ist ein offener hydraulischer Kreislauf (40) vorgesehen, der eine zweite Hydropumpe (8) umfaßt, die mit einem dritten Anschluß (11) mit der ersten Stelldruckkammer (4) verbunden ist. Ein vierter Anschluß (14) der zweiten Hydropumpe (8) ist mit einem hydraulischen Speicherelement (75) verbunden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen hydraulischen Antrieb mit einem Hydraulikzylinder.

[0002] Die Bewegung von Auslegern oder Schaukeln z. B. bei mobilen Arbeitsmaschinen erfolgt meist hydraulisch. In der Regel werden hierzu Hydraulikzylinder verwendet, die einen beidseitig mit einem hydraulischen Druck beaufschlagbaren Kolben aufweisen. Zum Übertragen der Bewegung beispielsweise auf einen Ausleger ist an dem Kolben einseitig eine Kolbenstange angebracht. Auf Grund dieser Kolbenstange sind die Volumenänderungen bei einer Bewegung des Stellkolbens auf beiden Seiten des Stellkolbens unterschiedlich. Das Fördern von Druckmittel in bzw. aus den entsprechenden Stelldruckkammern heraus muss dementsprechend für die beidseits des Stellkolbens ausgebildeten Stelldruckkammern angepasst sein.

Stand der Technik

[0003] Hierzu ist es z. B. aus der DE 40 08 792 A1 bekannt, eine Kombination aus einem geschlossenen Kreislauf und einem offenen Kreislauf zu verwenden. Die Stelldruckkammern zu beiden Seiten des Stellkolbens sind über eine in ihrem Fördervolumen einstellbare Hydropumpe in einem geschlossenen Kreislauf verbunden. Mit der kolbenseitigen Stelldruckkammer ist zudem die Anschlussseite einer ebenfalls verstellbaren, zweiten Hydropumpe verbunden. Die zweite Seite der zweiten Hydropumpe ist über eine Saugleitung mit einem Tankvolumen verbunden. Entsprechend der Bewegung des Stellkolbens in dem doppelseitig wirkenden Hydraulikzylinder wird das Differenzvolumen durch die zweite, in dem offenen Kreislauf angeordnete Hydropumpe entweder in die entsprechende Stelldruckkammer hinein oder aus ihr heraus gefördert.

[0004] Da der Stellkolben eines solchen Hydraulikzylinders in der Regel hydraulisch eingespannt ist, steht das abzufördernde Druckmittel unter Druck. Da in einer Bewegungsrichtung die Förderung des Differenzvolumens über die zweite Hydropumpe in das Tankvolumen erfolgt, muss dieser Druck abgebaut werden. Die so ungenutzt frei werdende Energie kann anschließend bei einer Umkehr der Bewegungsrichtung nicht wieder gewonnen werden. Vielmehr muss durch die zweite Hydropumpe das auf dem Druckniveau des Tankvolumens befindliche Druckmittel unter Verrichtung von Arbeit auf den in der Stelldruckkammer herrschenden Druck gebracht werden.

[0005] Das beschriebene System hat daher den Nachteil, dass frei werdende Energie ungenutzt bleibt und bei einer Bewegungsumkehr die entsprechende Energie durch die Hydropumpe aufgebracht

werden muss. Dies führt zu einer unnötigen Energieverschwendung.

Aufgabenstellung

[0006] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, einen hydraulischen Antrieb zu schaffen, bei dem die in einer Bewegungsrichtung frei werdende Energie gespeichert und bei einer anschließenden Umkehr der Bewegungsrichtung wieder freigesetzt werden kann.

[0007] Die Aufgabe wird durch den hydraulischen Antrieb nach Anspruch 1 gelöst.

[0008] Bei dem hydraulischen Antrieb nach Anspruch 1 sind eine erste Stelldruckkammer und eine zweite Stelldruckkammer eines Hydraulikzylinders über eine erste Arbeitsleitung und eine zweite Arbeitsleitung mit einem ersten Anschluss einer verstellbaren Hydropumpe sowie einem zweiten Anschluss der verstellbaren ersten Hydropumpe verbunden. Die erste Hydropumpe bildet so zusammen mit dem Hydraulikzylinder und den Arbeitsleitungen einen geschlossenen hydraulischen Kreislauf.

[0009] Zusätzlich ist mit der ersten Stelldruckkammer des Hydraulikzylinders ein dritter Anschluss einer zweiten Hydropumpe verbunden, der so einen zusätzlichen offenen Kreislauf bildet. Der vierte Anschluss der zweiten Hydropumpe ist mit einem hydraulischen Speicherelement verbunden. Damit kann aus dem hydraulischen Speicherelement heraus bzw. in das Speicherelement hinein das Druckmittel gefördert werden, das auf Grund der unterschiedlichen Volumenänderungen in der ersten und der zweiten Stelldruckkammer des Hydraulikzylinders aus dem geschlossenen Kreislauf heraus bzw. in diesen zurück gefördert werden muss. So kann bei einer Förderung von Druckmittel in den hydraulischen Speicher hinein Energie gespeichert werden, die anschließend bei einer Umkehr der Bewegungsrichtung des Stellkolbens in dem Hydraulikzylinder genutzt werden kann.

[0010] In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebs dargestellt.

[0011] Besonders einfach lässt sich ein erfindungsgemäßer hydraulischer Antrieb realisieren, wenn die erste Hydropumpe gemeinsam mit der zweiten Hydropumpe in ihrem Fördervolumen verstellbar ist. Damit kann die aufwendige einzelne Steuerung der beiden Hydropumpen entfallen. Eine weitere Vereinfachung wird dadurch erzielt, dass anstelle zweier separater Hydropumpen eine Doppel-Hydropumpe eingesetzt wird. In diesem Fall wird der geschlossene Kreislauf und der offene Kreislauf mit lediglich einer einzigen Kolbenmaschine realisiert, die mit ihren insgesamt vier Anschlüssen sowohl den geschlossenen

als auch den offenen Kreislauf versorgt.

[0012] Zum Speichern hoher Energien ist es insbesondere von Vorteil, das hydraulische Speicherelement als Hydromembranspeicher vorzusehen. Durch die Verwendung eines Hydromembranspeichers sind die speicherbaren hydrostatischen Energien besonders hoch. In Abhängigkeit von der Anwendung des jeweiligen Antriebs kann es dabei besonders vorteilhaft sein, den Hydromembranspeicher als Hochdruckspeicher vorzusehen. Sind dagegen solch hohe Anforderungen an die Speicherdrücke nicht erforderlich, so kann preiswerter ein Niederdruckspeicher eingesetzt werden. Die Verwendung eines Niederdruckspeichers hat darüber hinaus den Vorteil, dass auch die peripheren Bauelemente, wie beispielsweise ein Speicherdruckbegrenzungsventil lediglich für niedrigere Drücke ausgelegt werden müssen.

[0013] Besonders vorteilhaft ist es, eine weitere Pumpe als Hilfspumpe vorzusehen, so dass die erste und zweite Hydropumpe bzw. die Doppel-Hydropumpe in ihrer Funktion ausschließlich auf das Heben und Senken oder eine entsprechende Bewegung des Auslegers oder der Schaufel angepasst sein müssen. Das Nachfördern von unvermeidlichem Leckageöl erfolgt dagegen über eine Hilfspumpe, die auch bei der Inbetriebnahme des Systems unabhängig von der ersten oder zweiten Hydropumpe das System auf einen bestimmten Ausgangsdruck bringt. Diese Entkopplung ist insbesondere wegen der Speicherung von Energie vorteilhaft, da der vierte Anschluss der zweiten Hydropumpe so ausschließlich mit dem Speicherelement sowie dem Speicherdruckbegrenzungsventil verbunden werden muss. Weitere Ventile oder Einrichtungen, die zu einem Energieverlust beispielsweise durch Leckage führen, sind damit im Bereich der Energiespeicherung nicht erforderlich.

[0014] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben. Es zeigen:

[0015] [Fig. 1](#) ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebs und

[0016] [Fig. 2](#) ein Schaltbild einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebs.

Ausführungsbeispiel

[0017] Der erfindungsgemäße hydraulische Antrieb in einer Arbeitsmaschine wird in seiner ersten Ausführungsform nachfolgend unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) beschrieben.

[0018] In [Fig. 1](#) ist ein Schaltbild eines erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebs in einer Arbeitsma-

schine dargestellt, der einen Hydraulikzylinder **1** und eine Hydropumpeneinheit **2** aufweist. Im Hydraulikzylinder **1** ist ein Stellkolben **3** verschiebbar gelagert, der den Hydraulikzylinder **1** in eine kolbenseitige, erste Stelldruckkammer **4** und eine kolbenstangenseitige, zweite Stelldruckkammer **5** trennt. Die erste Anschlußseite **6** der Hydropumpeneinheit **2** ist über eine erste Arbeitsleitung **7** mit der ersten Stelldruckkammer **4** des Hydraulikzylinders **1** verbunden. Die Hydropumpeneinheit **2** besteht aus einer ersten Hydropumpe **43** und einer zweiten Hydropumpe **8**, die über eine Welle **9** mechanisch miteinander gekoppelt sind.

[0019] Die erste Anschlußseite **6** der Hydropumpeneinheit **2** setzt sich aus dem ersten Anschluß **10** der ersten Hydropumpe **43** und dem dritten Anschluß **11** der zweiten Hydropumpe **8** zusammen. Der zweite Anschluß **12** der ersten Hydropumpe **43** ist über die zweite Arbeitsleitung **13** mit der zweiten Stelldruckkammer **5** des Hydraulikzylinders **1** verbunden. Der vierte Anschluß **14** der zweiten Hydropumpe **8** ist über eine Hydraulikleitung **15** mit einem hydraulischen Speicherelement **75** verbunden. Der zweite Anschluß **12** und der vierte Anschluß **14** bilden zusammen die zweite Anschlußseite **78** der Hydropumpeneinheit **2**. Die erste Hydropumpe **43** ist über eine erste Pumpenverstelleinrichtung **17** hinsichtlich ihres Hydraulikfluidstromes regelbar. Analog ist die zweite Hydropumpe **8** über eine zweite Pumpenverstelleinrichtung **18** hinsichtlich ihres Hydraulikfluidstromes regelbar. Die beiden Pumpenverstelleinrichtungen **17** und **18** können wahlweise mechanisch, hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch angesteuert werden.

[0020] Im Falle eines Überdrucks in der ersten Arbeitsleitung **7** öffnet sich ein mit der ersten Arbeitsleitung **7** an seinem Eingang **32** verbundenes erstes Druckbegrenzungsventil **19**. An einem ersten Steueranschluß **20** des ersten Druckbegrenzungsventils **19** liegt über eine hydraulische Verbindungsleitung **21** der Druck in der ersten Arbeitsleitung **7** an. Im Angriffspunkt **22** des ersten Druckbegrenzungsventils **19** gegenüber dem ersten Steueranschluss **20** greift der Druck einer Stellfeder **23** an, mit der der zulässige Maximaldruck in der ersten Arbeitsleitung **7** eingestellt werden kann. In gleicher Wirkrichtung zur Kraft der Stellfeder **23** ist am zweiten Steueranschluss **44**, der über eine hydraulische Verbindungsleitung **31** mit dem Ausgang **33** des ersten Druckbegrenzungsventils **19** verbunden ist, der Druck am Ausgang **33** des ersten Druckbegrenzungsventils **19** aktiv. Eine Öffnung des ersten Druckbegrenzungsventils **19** im Falle eines Überdrucks in der ersten Arbeitsleitung **7** erfolgt, wenn die Druckdifferenz zwischen dem Eingang **32** und dem Ausgang **33** des ersten Druckbegrenzungsventils **19** größer als die an der Stellfeder **23** eingestellte maximale Druckdifferenz ist. Über ein erstes Rückschlagventil **24**, das zwischen dem ersten Druckbegrenzungsventil **19** und der zweiten Arbeitsleitung **13** in einer die erste mit der zweiten Ar-

beitsleitung 7 und 13 verbindenden Leitung 38 geschaltet ist, wird bei geöffnetem ersten Druckbegrenzungsventil 19 ein Überdruck in der ersten Arbeitsleitung 7 in die zweite Arbeitsleitung 13 abgebaut.

[0021] Analog öffnet sich im Fall eines Überdrucks in der zweiten Arbeitsleitung 13 ein mit der zweiten Arbeitsleitung 13 an seinem Eingang 34 verbundenes zweites Druckbegrenzungsventil 25, das parallel zum ersten Rückschlagventil 24 geschaltet ist. Am ersten Steueranschluß 26 des zweiten Druckbegrenzungsventils 25 liegt über eine hydraulische Verbindungsleitung 27 der Druck in der zweiten Arbeitsleitung 13 an. Am Angriffspunkt 28 des zweiten Druckbegrenzungsventils 25 greift der Druck einer Stellfeder 29 an, mit der der zulässige maximale Druck in der zweiten Arbeitsleitung 13 eingestellt werden kann. In gleicher Wirkrichtung zum Druck der Stellfeder 29 ist am zweiten Steueranschluss 35 des zweiten Druckbegrenzungsventils 25, der über eine hydraulische Verbindungsleitung 36 mit dem Ausgang 37 des zweiten Druckbegrenzungsventils 25 verbunden ist, der Druck am Ausgang 37 des zweiten Druckbegrenzungsventils 25 aktiv. Eine Öffnung des zweiten Druckbegrenzungsventils 25 im Falle eines Überdrucks in der zweiten Arbeitsleitung 13 erfolgt, wenn die Druckdifferenz zwischen dem Eingang 34 und dem Ausgang 37 des zweiten Druckbegrenzungsventils 25 größer als die an der Stellfeder 29 eingestellte maximale Druckdifferenz ist. Über ein zweites Rückschlagventil 30, das zwischen dem zweiten Druckbegrenzungsventil 25 und der ersten Arbeitsleitung 7 und parallel zum ersten Druckbegrenzungsventil 19 in der Leitung 38 angeordnet ist, wird bei geöffnetem zweiten Druckbegrenzungsventil 25 der Überdruck in der zweiten Arbeitsleitung 13 in die erste Arbeitsleitung 7 abgebaut.

[0022] Die erste Hydropumpe 43 bildet zusammen mit dem Hydraulikzylinder 1 und der ersten Hydraulikleitung 7 und der zweiten Hydraulikleitung 13 einen geschlossenen hydraulischen Kreislauf 39. Die zweite Hydropumpe 8 versorgt die kolbenseitige, erste Stelldruckkammer 4 des Hydraulikzylinders 1 über einen offenen Kreislauf 40. Der zweite Anschluß 11 der zweiten Hydropumpe 8 ist hierzu über einen Arbeitsleitungszweig 77 mit der ersten Arbeitsleitung 7 und damit mit der ersten Stelldruckkammer 4 verbunden.

[0023] Entsprechend der gewünschten Lage und Bewegungsrichtung der vom hydraulischen Antrieb angetriebenen Kinematik der Arbeitsmaschine wird der Stellkolben 3 im Hydraulikzylinder 1 bewegt und positioniert. Zur Bewegung und Positionierung des Stellkolbens 3 im Hydraulikzylinder 1 wird von der Hydropumpeneinheit 2 eine dazu korrespondierende Hydraulikfluidmenge in die erste und zweite Stelldruckkammer 4 und 5 des Hydraulikzylinders 1 über eine Förderstromregelung gefördert. Da der Stellkolben 3 einseitig eine Stellkolbenstange aufweist, sind

die in der ersten Stelldruckkammer 4 bzw. der zweiten Stelldruckkammer 5 hervorgerufenen Volumenänderungen bei einer Bewegung des Stellkolbens 3 unterschiedlich. Die Stellbewegung wird im Wesentlichen durch die erste Hydropumpe 43 hervorgerufen, die in dem geschlossenen Kreislauf bei einer Bewegung des Stellkolbens 3 in der [Fig. 1](#) nach rechts Druckmittel aus der zweiten Stelldruckkammer 5 heraus über die zweite Arbeitsleitung 13 und die erste Arbeitsleitung 7 in die erste Stelldruckkammer 4 hineinfördert. Um die unterschiedliche Volumenänderung in den beiden Stelldruckkammern 4 und 5 auszugleichen, wird das zusätzlich in der ersten Stelldruckkammer 4 erforderliche Druckmittel der ersten Stelldruckkammer 4 über den offenen Kreislauf 40 zugeführt. Zusätzlich zu dem von der ersten Hydropumpe 43 aus der zweiten Stelldruckkammer 5 in die erste Stelldruckkammer 4 geförderten Druckmittel wird über den Arbeitsleitungszweig 77 Druckmittel durch die zweite Hydropumpe 8 in die erste Stelldruckkammer 4 gefördert.

[0024] Die zweite Hydropumpe 8 fördert hierzu Druckmittel, welches in einem hydraulischen Speicherelement 75 gespeichert ist über die Hydraulikleitung 15.

[0025] Das Auffüllen des hydraulischen Speicherelements 75 erfolgt bei einer der vorstehend beschriebenen Bewegungsrichtung entgegengesetzten Bewegung. Bewegt sich der Stellkolben 3 in der [Fig. 1](#) nach links, so muss aus der ersten Stelldruckkammer 4 mehr Druckmittel herausgefördert werden, als durch die erste Hydropumpe 43 in die zweite Stelldruckkammer 5 hineingefördert wird. Das überschüssige Druckmittel wird durch die zweite Hydropumpe 8 und die Hydraulikleitung 15 in das hydraulische Speicherelement 75 gefördert. Das hydraulische Speicherelement 75 ist vorzugsweise als Hydromembranspeicher ausgebildet. Beim Einleiten des Druckmittels in das hydraulische Speicherelement 75 wird ein hinter einer Membran befindliches Gasvolumen komprimiert, so dass das hydraulische Speicherelement 75 nicht nur der Aufnahme des Differenzdruckmittels dient, sondern gleichzeitig einen Energiespeicher darstellt. Die in dem hydraulischen Speicherelement 75 gespeicherte Energie kann umgekehrt beim Ändern der Bewegungsrichtung des Stellkolbens 3 genutzt werden, um das in dem Speicherelement 75 befindliche Druckmittel wieder zurück in die erste Stelldruckkammer 4 zu fördern. Anders als bei einem offenen Kreislauf, bei dem die zweite Hydropumpe 8 mit einem Tankvolumen verbunden ist, wird die frei werdende Energie, beispielsweise beim Senken einer Schaufel eines Baggers, damit nicht durch das Entspannen des Druckmittels über eine Drossel in Wärme umgewandelt, sondern in dem Membranspeicher gespeichert. Dementsprechend kann die gespeicherte Energie genutzt werden, und es muss nicht aus einem drucklosen Tankvolumen Druckmittel

zum Volumenausgleich angesaugt werden.

[0026] Das hydraulische Speicherelement **75** ist über ein Speicherdruckbegrenzungsventil **76** gegen das Auftreten zu hoher Speicherdrücke gesichert. Das Speicherdruckbegrenzungsventil **76** ist eingangsseitig über eine Hydraulikzweingleitung **15'** mit der Hydraulikleitung **15** verbunden. Über eine hydraulische Verbindungsleitung **80** wirkt der dort herrschende Druck entgegen einer Stellfeder **79**, mit der der Öffnungsdruck des Speicherdruckbegrenzungsventils **75** einstellbar ist. Bei Überschreiten des Schwellwerts wird die Hydraulikleitung **15** in das Tankvolumen **16** entspannt.

[0027] Anders als bei einem offenen System, bei dem durch die zweite Hydropumpe der zum Volumenausgleich erforderliche Druckmittelstrom aus einem Tankvolumen und in ein Tankvolumen gefördert wird, ist bei der erfindungsgemäßen Ausführung das Nachfördern von Leckagedruckmittel über die zweite Hydropumpe **8** nicht möglich. Es ist daher, ebenfalls durch die Welle **9** angetrieben, eine Hilfspumpe **41** vorgesehen, die über eine Saugleitung **47** aus einem Tankvolumen **16** Druckmittel ansaugt und in eine Speiseleitung **46** fördert. Die Hilfspumpe **41** ist vorzugsweise eine in lediglich einer Richtung fördernde Konstantpumpe. Da die Förderleistung einer solchen Konstantpumpe von der Drehzahl der Welle **9** abhängt, ist die Speiseleitung **46** mit einem dritten Druckbegrenzungsventil **45** gesichert. Das dritte Druckbegrenzungsventil **45** ist mit der Speiseleitung **46** über einen Speiseleitungsabzweig **46'** verbunden. An einem Angriffspunkt **50** des dritten Druckbegrenzungsventils **45** greift eine Stellfeder **51** an. In entgegengesetzter Richtung wirkt an einem Steuereingang **48** des dritten Druckbegrenzungsventils **45** der in der Speiseleitung **46** bzw. dem Speiseleitungsabzweig **46'** herrschende Druck über eine hydraulische Verbindungsleitung **49**. Übersteigt an dem Steuereingang **48** die entsprechende hydraulische Kraft die Kraft der entgegengerichteten Stellfeder **51**, so öffnet das dritte Druckbegrenzungsventil **45** und gibt eine durchströmbare Verbindung zwischen der Speiseleitung **46** und dem Tankvolumen **16** frei.

[0028] Die Speiseleitung **46** mündet an ihrer von der Hilfspumpe **41** abgewandten Seite in der Leitung **38** aus, so dass über das erste Rückschlagventil **24** bzw. das zweite Rückschlagventil **30** in die zweite Arbeitsleitung **13** bzw. die erste Arbeitsleitung **7** Druckmittel eingespeist werden kann, sofern in der jeweiligen Arbeitsleitung **7** oder **13** ein gegenüber dem in der Speiseleitung **46** niedrigerer Druck herrscht.

[0029] In [Fig. 2](#) ist eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebs einer Arbeitsmaschine dargestellt.

[0030] Die Hydropumpeneinheit **2** der zweiten Aus-

führungsform in [Fig. 2](#) ist durch eine Doppel-Hydropumpe **52** realisiert, die zwei hydraulische Kreisläufe, den geschlossenen hydraulischen Kreislauf **39** über den ersten Anschluß **10** und den zweiten Anschluß **12** und den offenen hydraulischen Kreislauf **40** über den dritten Anschluß **11** und den vierten Anschluß **14**, versorgt. Dabei handelt es sich bevorzugt um eine Stromteiler-Axialkolbenpumpe **79**, die über eine gemeinsame Pumpenverstellereinrichtung **53** verstellt wird.

[0031] Die Stelldrücke für eine erste und eine zweite Pumpenstelldruckkammer **54A** und **54B** einer Pumpenverstellereinrichtung **53** werden über Hydraulikleitungen **55A** und **55B**, in die hydraulische Drosseln **64A** und **64B** zur Förderstrombegrenzung eingesetzt werden können, zugeleitet und in einem Stellventil **56**, das als 4/3-Wegeventil ausgelegt ist, eingestellt. Die Steuerkraft des Stellventils **56** an einem ersten Steuereingang **57A** wird von einer Stellfeder **58A** und einem elektrisch ansteuerbaren Elektromagneten **59A** und an einem zweiten Steuereingang **57B** von einer Stellfeder **58B** und einem elektrisch ansteuerbaren Elektromagneten **59B** erzeugt. Ein Eingang **60A** des Stellventils **56** ist über eine hydraulische Verbindungsleitung **61**, in der eine hydraulische Drossel **62** zur Förderstrombegrenzung eingesetzt ist, mit dem Speise-Anschluss **42** der Hilfspumpe **41** verbunden. Ein Ausgang **60B** des Stellventils **56** ist mit dem Tankvolumen **16** verbunden. Je nach elektrischer Ansteuerung der beiden Elektromagnete **59A** und **59B** am ersten und zweiten Steuereingang **57A** und **57B** wird die erste Pumpenstelldruckkammer **54A** mit Stelldruck und die zweite Pumpenstelldruckkammer **54B** mit dem Tankvolumen **16** verbunden oder umgekehrt. In einer durch die Stellfedern **58A** und **58B** definierten Ruheposition des Stellventils **56** wird der Druck zwischen der ersten und der zweiten Pumpenstelldruckkammer **54A** und **54B** ausgeglichen.

[0032] Zur Vermeidung eines unnötigen länger andauernden hydraulischen Leistungsverlustes des erfindungsgemäßen hydraulischen Antriebs bei einer Endlagenposition des Stellkolbens **3** im Hydraulikzylinder **1** in Folge Überdruckabbau über das erste oder zweite Druckbegrenzungsventil **19** oder **25** ist vorzugsweise zwischen der ersten Arbeitsleitung **7** und der zweiten Arbeitsleitung **13** ein Druckabschaltventil **65** vorgesehen. Dieses Druckabschaltventil **65** umfaßt ein Druckwechselventil **66**, das zwischen der ersten Arbeitsleitung **7** und der zweiten Arbeitsleitung **13** geschaltet ist. Im Falle eines Überdrucks in der ersten Arbeitsleitung **7** oder in der zweiten Arbeitsleitung **13** aufgrund einer Endlagenposition des Stellkolbens **3** im Hydraulikzylinder **1** wird der Überdruck an den Ausgang **67** des Druckwechselventils **66** geführt. Der Ausgang **67** des Druckwechselventils **66** ist mit dem Steuereingang **68** eines vierten Druckbegrenzungsventils **69** verbunden. Ist der Druck am

Steuereingang **68** des vierten Druckbegrenzungsventils **69** aufgrund eines Überdrucks in der ersten Arbeitsleitung **7** oder in der zweiten Arbeitsleitung **13** höher als ein am Angriffspunkt **70** des vierten Druckbegrenzungsventil **69** mittels einer Stellfeder **71** einstellbaren Maximaldrucks, so öffnet sich das vierte Druckbegrenzungsventil **69**. Auf diese Weise ist der Eingang **60A** des Stellventils **56** über die hydraulische Verbindungsleitung **72**, die an den Eingang des vierten Druckbegrenzungsventil **69** geführt ist, mit dem Tankvolumen **16** verbunden.

[0033] Damit reduziert sich der Stelldruck für die Pumpenverstelleinrichtung **53** am Eingang **60A** des Stellventils **56** und der Stellkolben **74** der Pumpenverstelleinrichtung **53** wird in Richtung der Ruheposition verschoben. Als Folge wird die Doppel-Hydropumpe **52** in ihrer Förderstrommenge zurückgeregelt und der Überdruck in der ersten Arbeitsleitung **7** oder in der zweiten Arbeitsleitung **13** baut sich ab. Das Druckwechselventil **66** schließt bei Erreichen eines bestimmten Drucks in der ersten Arbeitsleitung **7** oder in der zweiten Arbeitsleitung **13** wieder und beendet damit die Verminderung des Stelldrucks für die Pumpenverstelleinrichtung **53**.

[0034] Das Speichern von Energie sowie deren Rückgewinnung mittels des hydraulischen Speicherelements **75** entspricht der Vorgehensweise, wie sie unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) beschrieben wurde.

[0035] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Insbesondere können alle Merkmale aller Ausführungsformen vorteilhaft miteinander kombiniert werden.

[0036] Die Darstellungen der Ausführungsbeispiele beschreiben die Erfindung in einer vereinfachenden Weise. Insbesondere im Kreislauf der Hilfspumpe **41** sind weitere Maßnahmen zur Verbesserung der hydraulischen Antriebe denkbar. So ist es beispielsweise möglich, auf der Saugseite der Hilfspumpe ein Filter zur Reinigung des Hydraulikfluids für das gesamte System anzuordnen. Zudem kann die Entspannung über das dritte Druckbegrenzungsventil zu dem Tankvolumen hin über eine Kühler erfolgen.

[0037] Das hydraulische Speicherelement kann entweder als Niederdruckspeicher oder aber als Hochdruckspeicher ausgebildet sein. In Abhängigkeit von der zu speichernden Energie kann die Verwendung eines Niederdruckspeichers besonders vorteilhaft sein. Durch die Verwendung eines Niederdruckspeichers wird z. B. auch der Druck in der Hydraulikleitung **15** niedrig gehalten. Eine entsprechende Auslegung des Speicherdruckbegrenzungsventils **76** ist die Folge. Zudem muss durch die zweite Hydropumpe **8** das Druckmittel entlang der Hydraulikleitung **15** nicht auf einem hohen Druckniveau zu dem hydraulischen Speicherelement **75** gefördert werden.

[0038] Andererseits kann in einem Hochdruckspeicherelement auf Grund der höheren realisierbaren Drücke eine größere Energiemenge gespeichert werden. In beiden Fällen werden die Verluste dadurch reduziert, dass die Hilfspumpe **41** zum Einspeisen von nachzuförderndem Druckmittel über die Speiseleitung **46** direkt in die erste Arbeitsleitung **7** bzw. die zweite Arbeitsleitung **13** fördert. Eine aufwendige Kombination mit dem Speichersystem zum Speichern von hydraulischer Energie in dem Speicherelement kann daher entfallen. Die Verbindungsleitung **15** dient somit ausschließlich dem Füllen des hydraulischen Speicherelements **75** mit Druckmittel bzw. der Entnahme des dort gespeicherten Druckmittels.

Patentansprüche

1. Hydraulischer Antrieb, mit einem Hydraulikzylinder (**1**), der durch einen Stellkolben (**3**) in einer ersten Stelldruckkammer (**4**) und einer zweiten Stelldruckkammer (**5**) geteilt ist, und mit einem geschlossenen hydraulischen Kreislauf (**39**), der eine erste Hydropumpe (**43**) umfaßt, die mit einem ersten Anschluß (**10**) über eine erste Arbeitsleitung (**7**) mit der ersten Stelldruckkammer (**4**) verbunden ist und die mit einem zweiten Anschluß (**12**) über eine zweite Arbeitsleitung (**13**) mit der zweiten Stelldruckkammer (**5**) verbunden ist und mit einem offenen hydraulischen Kreislauf (**40**), der eine zweite Hydropumpe (**8**) umfaßt, die mit einem dritten Anschluß (**11**) mit der ersten Stelldruckkammer (**4**) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein vierter Anschluß (**14**) der zweiten Hydropumpe (**8**) mit einem hydraulischen Speicherelement (**75**) verbunden ist.

2. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hydropumpe (**43**) und die zweite Hydropumpe (**8**) in ihrem Fördervolumen gemeinsam verstellbar sind.

3. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hydropumpe (**43**) und die zweite Hydropumpe (**8**) als Doppel-Hydropumpe (**79**) ausgebildet sind.

4. Hydraulischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das hydraulische Speicherelement (**75**) ein Hydromembranspeicher ist.

5. Hydraulischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das hydraulische Speicherelement (**75**) ein Niederdruckspeicher ist.

6. Hydraulischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das hydraulische Speicherelement (**75**) ein Hochdruckspei-

cher ist.

7. Hydraulischer Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu der ersten Hydropumpe (**43**) und der zweiten Hydropumpe (**8**) eine Hilfspumpe (**41**) vorgesehen ist, die zum Einspeisen von Druckmittel mit der ersten Arbeitsleitung (**7**) und/oder der zweiten Arbeitsleitung (**13**) verbindbar ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

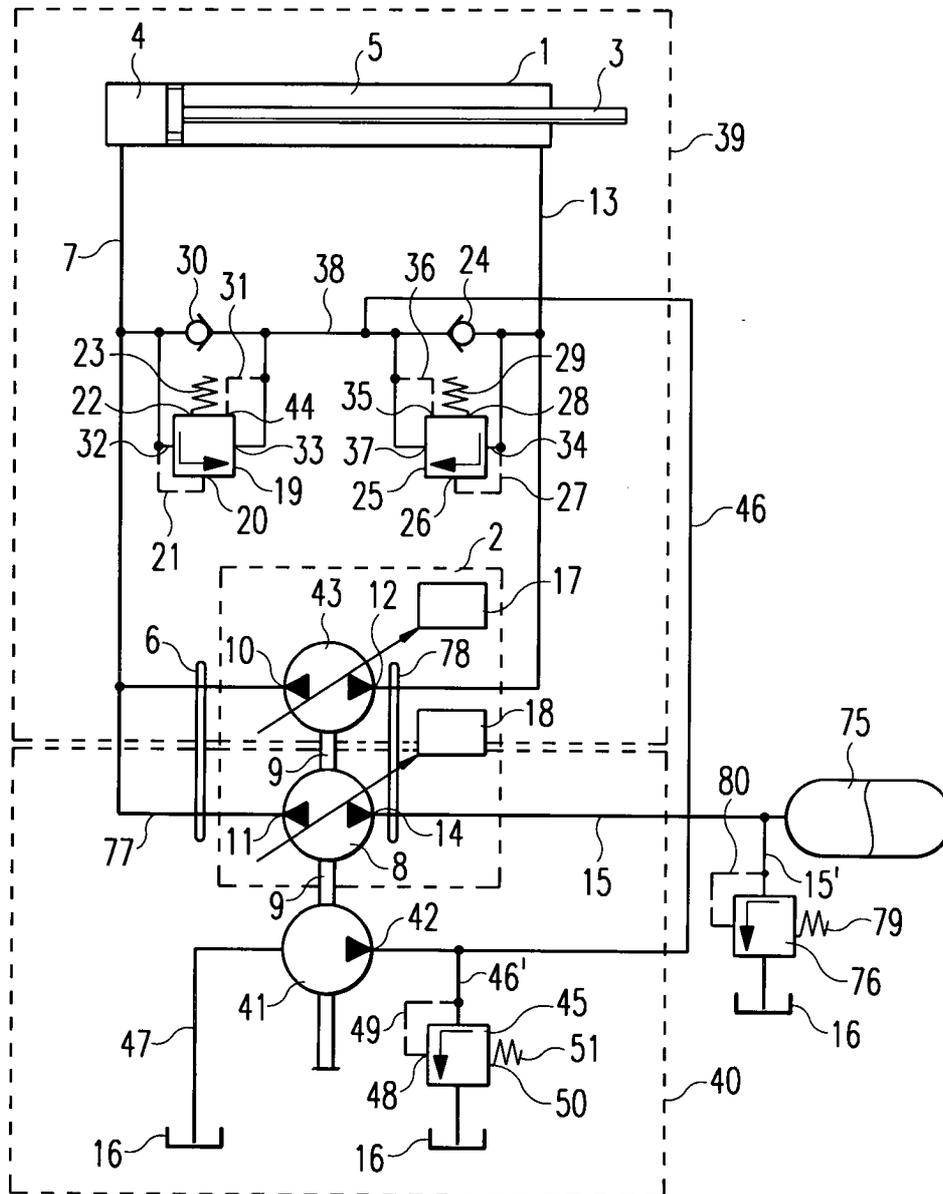


Fig. 1

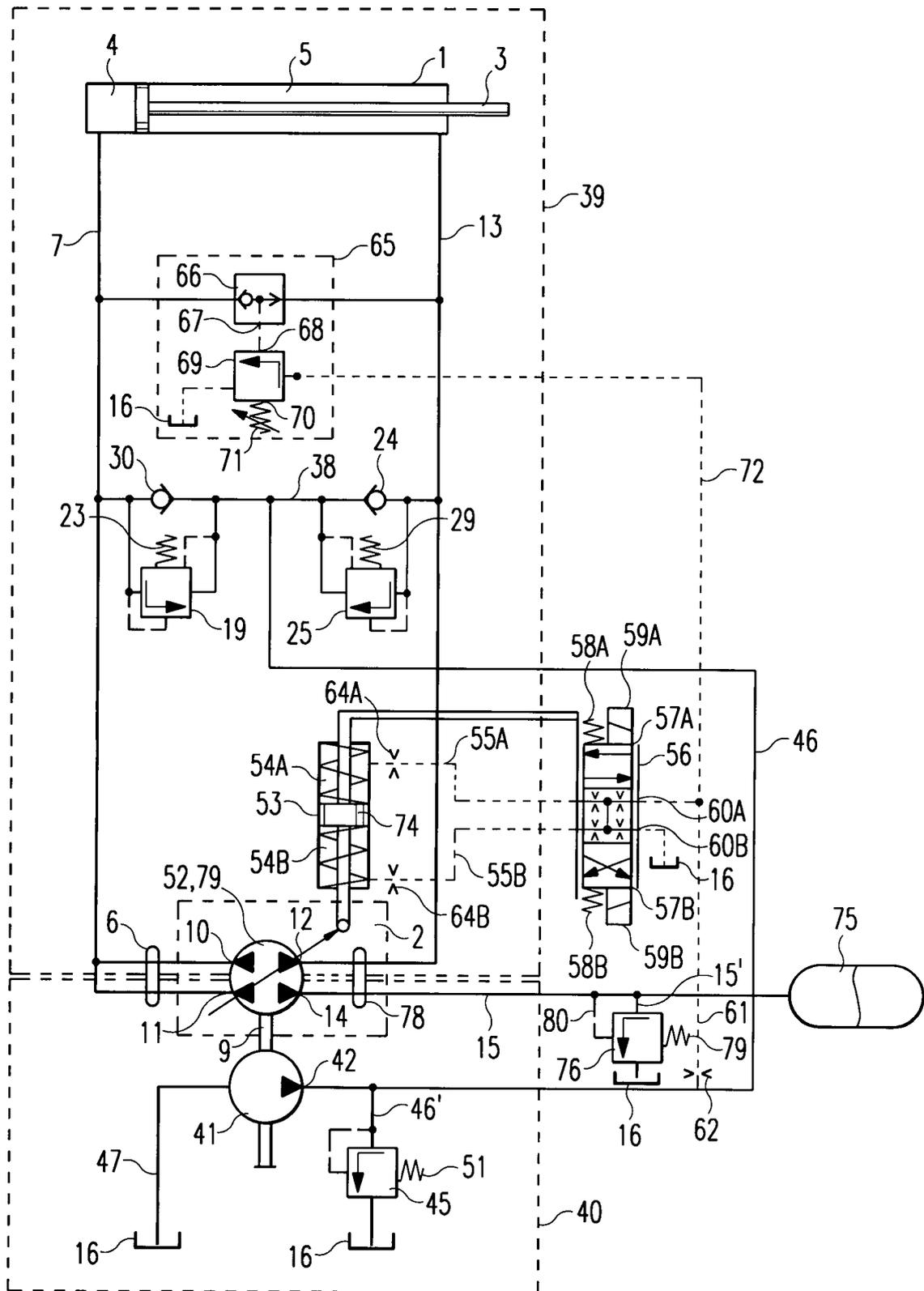


Fig. 2