



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

**704 896 A2**

## Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **B30B** 15/16 (2006.01)  
**F15B** 13/02 (2006.01)  
**B30B** 11/00 (2006.01)  
**B22F** 3/02 (2006.01)

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00714/12

(22) Anmeldedatum: 22.05.2012

(43) Anmeldung veröffentlicht: 14.12.2012

(30) Priorität: 09.06.2011  
DE 10 2011 104 752.6  
26.09.2011  
DE 10 2011 114 241.3

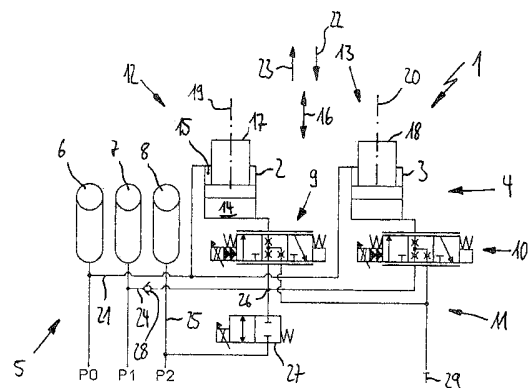
(71) Anmelder:  
SMS Meer GmbH, Ohlerkirchweg 66  
41069 Mönchengladbach (DE)

(72) Erfinder:  
Gerd Hinzmann, P0C1J0 Rosseau, Ontario (CA)

(74) Vertreter:  
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,  
Vorderberg 11  
8044 Zürich (CH)

(54) **Hydraulische Antriebsvorrichtung, Hydraulische Endstufe eines hydraulischen Servo-Regelventils, Servo-Regelventil und Pulverpresse.**

(57) Um hydraulische Antriebsvorrichtungen (1) für Pulverpressen (4) energieeffizienter zu gestalten, schlägt die Erfindung eine hydraulische Anpressvorrichtung für Presskolben (17, 18) von Hydraulikzylindern (2, 3) einer Pulverpresse (4) zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge mit mehr als einer Hydraulikdruckquelle (5) und mit wenigstens einem Hydraulikhauptregelventil (9, 10) vor, bei welcher die Hydraulikdruckquellen (5) über das Hydraulikhauptregelventil (9, 10) an wenigstens einem der Hydraulikzylinder (2, 3) hydraulisch angeschlossen sind und bei welcher wenigstens eine der Hydraulikdruckquellen (5) ein Hydraulikdruckspeicher (6, 7, 8) zum Bereitstellen eines ersten Hydraulikarbeitsdrucks ( $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ) ist, wobei ein Hydraulikdruckspeicher (6) unter Umgehung des wenigstens einen Hydraulikhauptregelventils (9, 10) an wenigstens einem der Hydraulikzylinder (2, 3) unmittelbar hydraulisch angeschlossen ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft zum einen eine hydraulische Antriebs Vorrichtung für Presskolben von Hydraulikzylindern einer Pulverpresse zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge mit mehr als einer Hydraulikdruckquelle und mit wenigstens einem Hydraulikhauptregelventil, bei welcher die Hydraulikdruckquellen über das Hydraulikhauptregelventil an wenigstens einem der Hydraulikzylinder angeschlossen sind und bei welcher wenigstens eine der Hydraulikdruckquellen ein Hydraulikdruckspeicher zum Bereitstellen eines ersten Hydraulikarbeitsdrucks ist. Zum anderen betrifft die Erfindung darüber hinaus eine hydraulische Endstufe eines hydraulischen Servo-Regelventils. Die Erfindung betrifft darüber hinaus ein Servo-Regelventil mit einem Pilotventil und eine Pulverpresse zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge umfassend Hydraulikzylinder mit hydraulisch angetriebenen Presskolben.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind gattungsgemässe Pulverpressen zum Herstellen von mehrfach gestuften Formen aus Pulver bekannt, die neben einem Hauptpresszylinder zum Verfahren eines Hauptpresskolbens entlang einer Hauptpressachse weitere Nebenpresszylinder zum Verfahren entsprechender Nebenpresskolben entlang diesbezüglicher Nebenpressachsen aufweisen. In der Regel werden die einzelnen Presskolben, insbesondere die der Nebenpressachsen, hydraulisch angetrieben, wobei sie während eines Presszyklus zum Herstellen einer mehrfach gestuften Form bedarfsweise eingesetzt werden.

**[0003]** Um insbesondere die einzelnen Nebenpresskolben während des gesamten Presszyklus in gewünschter Lageregelung halten zu können, müssen an den Nebenpresszylindern kurzzeitig Zylinderdrücke in den Nebenzylindern der Nebenpresskolben in etwa einer Grössenordnung der halben Hauptzylinderdrücke in dem oder den Hauptzylindern der Hauptpresskolben bereitstellen können. Hierzu gibt es unterschiedliche Antriebskonzepte. Speziell an den Nebenpressachsen sind in der Regel nur in einer Richtung, nämlich in der Pressrichtung, hohe Presskräfte und damit auch entsprechend hohe Zylinderdrücke erforderlich.

**[0004]** Bei einer sehr einfachen bekannten Ausführungsform werden die Nebenpresszylinder aus einem gemeinsamen hydraulischen Druckspeicher mit einem Hydraulikmittel gespeist und eine Lageregelung der Nebenpresskolben wird über je ein Servo-Regelventil vorgenommen. In dieser sehr einfachen Hydraulikverschaltung muss während des gesamten Presszyklus der Maximaldruck des hydraulischen Druckspeichers anstehen. Entsprechend hoch ist der Energiebedarf, um diesen Maximaldruck permanent bereitstellen zu können.

**[0005]** Eine im Stand der Technik bekannte und demgegenüber energieeffizientere Ausführungsform sieht eine Aufteilung des gemeinsamen hydraulischen Druckspeichers in einen Hochdruckspeicher und in einen Niedrigdruckspeicher vor, welche wahlweise mittels eines Hydraulikhauptregelventils einem Hydrauliksystem zugeschaltet oder von diesem abgeschaltet werden können. Der Hochdruckspeicher wird hierbei lediglich in der jeweiligen Pressphase mittels eines entsprechenden Ventils zugeschaltet.

**[0006]** In einer weiteren Ausführungsform werden keine hydraulischen Druckspeicher eingesetzt, sondern insbesondere jeder Nebenpresszylinder verfügt neben einem Servo-Regelventil über eine druckgeregelte Pumpe mit einem variablen Fördervolumen. Insofern steht lediglich der in der jeweiligen Zyklusphase erforderliche Arbeitsdruck an, welcher auch den Druckanteil für die hydraulische System Vorspannung beinhaltet. Mit dieser Methode kann der Energieverbrauch insbesondere gegenüber der vorstehend. erläuterten energieeffizienteren Ausführungsform ungefähr halbiert werden.

**[0007]** Eine nochmals wesentlich verbesserte Energieeffizienz kann jedoch kaum erreicht werden, da zur Erhaltung einer erforderlichen Mindestregelgenauigkeit des Servo-Regelventils dieses in seiner Baugrösse begrenzt ist. Bei den üblichen bzw. angestrebten Verfahrensgeschwindigkeiten hinsichtlich der Presskolben verursacht die Baugrössenbegrenzung aufgrund von Strömungswiderständen nachteilig Strömungsverluste. Diese Strömungswiderstände können jedoch deutlich verringert werden, wenn je Presszylinder ein kleines und ein grösseres Servo-Regelventil parallel eingesetzt werden. Hierdurch erhöht sich jedoch der bauliche Aufwand der hydraulischen Antriebsvorrichtung.

**[0008]** Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass konventionelle hydraulische Antriebe für vollständig lagegezielte Nebenpresskolben von Pulverpressen entweder durch einen sehr hohen Energieverbrauch oder durch eine sehr aufwändige Bauweise gekennzeichnet sind.

**[0009]** Es ist Aufgabe vorliegender Erfindung die vorstehend genannten Nachteile zu vermeiden und eine gattungsgemässe hydraulische Antriebsvorrichtung zu schaffen, welche insbesondere energieeffizienter arbeitet.

**[0010]** Die Aufgabe der Erfindung wird von einer hydraulischen Antriebsvorrichtung für Presskolben von Hydraulikzylindern einer Pulverpresse zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge mit mehr als einer Hydraulikdruckquelle und mit wenigstens einem Hydraulikhauptregelventil gelöst, bei welcher die Hydraulikdruckquellen über das Hydraulikhauptregelventil an wenigstens einem der Hydraulikzylinder angeschlossen sind, bei welcher wenigstens eine der Hydraulikdruckquellen ein Hydraulikdruckspeicher zum Bereitstellen eines ersten Hydraulikarbeitsdrucks ist und welche sich dadurch auszeichnet, dass ein Hydraulikdruckspeicher unter Umgehung des wenigstens einen Hydraulikhauptregelventils an wenigstens einem der Hydraulikzylinder unmittelbar hydraulisch angeschlossen ist. Hierdurch kann der Druck des einen unter Umgehung des Hydraulikhauptregelventils angeschlossenen Hydraulikdruckspeichers auf baulich einfache Weise energieeffizient genutzt werden.

**[0011]** Wie eingangs bereits erwähnt, müssen kurzzeitig Arbeitsdrücke in den Zylindern in der Grössenordnung zumindest einer halben Hauptzylinderdrücke aufgebracht werden, um die vorhandenen Presskolben der an der hydraulischen Antriebsvorrichtung angeschlossenen Hydraulikzylinder während eines Gesamtpresszyklus in Lageregelung halten zu können.

**[0012]** Während des Arbeitsprozesses müssen andererseits die hohen Arbeitsdrücke in den Zylindern insbesondere an den Hydrauliknebenzylindern lediglich in Pressrichtung aufgebracht werden. Insbesondere dies kann bei der vorliegenden Erfindung genutzt werden.

**[0013]** Vorteilhafter Weise kann mittels der erfindungsgemässen hydraulischen Antriebsvorrichtung lediglich ein Niederdruck dazu genutzt werden, einen zuvor in Pressrichtung hydraulisch verschobenen Presskolben gegebenenfalls wieder vollständig in seine Ausgangslage zurückzubewegen, ohne einen höheren hydraulischen Arbeitsdruck permanent vorhalten zu müssen, indem der unter Umgehung des Hydraulikhauptregelventils angeschlossenen Hydraulikdruckspeicher mit entsprechendem Druck beaufschlagt wird. Insofern kann hierdurch Energie zum Erzeugen dieses höheren hydraulischen Arbeitsdruck eingespart werden.

**[0014]** Es versteht sich, dass der Hydraulikdruckspeicher hinsichtlich Wartungsarbeiten oder dergleichen durch ein Schliessventil oder ähnliches hydraulisch getrennt werden kann. Jedoch geschieht dies vorzugsweise regelmässig nicht, um die entsprechenden Hydraulikzylinder während eines Presszyklus zu steuern oder zu regeln.

**[0015]** Bei dem unter Umgehung des Hydraulikhauptregelventils angeschlossenen Hydraulikdruckspeicher handelt es sich vorteilhafter Weise um einen Niederdruckspeicher, der mittels einer entsprechenden Hydraulikdruckleitung unmittelbar, das heisst ohne Zwischenschaltung des Haupthydraulikregelventils, an wenigstens einem der Hydraulikzylinder angeschlossen ist, so dass dieser Hydraulikzylinder permanent mit einem Niederdruck versorgt ist.

**[0016]** Das Hydraulikhauptregelventil kann einerseits eine hydraulische Verbindung zwischen den Hydraulikdruckquellen und den Hydraulikzylindern oder einem Sammelbehälter für Hydraulikfluid herstellen oder schliessen.

**[0017]** Unter der Bezeichnung «hydraulische Antriebsvorrichtung» versteht man im Sinne der Erfindung im Wesentlichen alle Komponenten eines Hydrauliksystems an einer Pulverpresse, welche zum Betreiben von Hydraulikzylindern, insbesondere von Hydrauliknebenzylindern, erforderlich sind. Insbesondere zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge ist eine Pulverpresse mit mehreren Presskolben, welche sich in einem Hauptpresskolben und mehrere Nebenpresskolben unterteilen, erforderlich. In diesem Zusammenhang spricht man häufig auch von Haupt- bzw. Primär- und Neben- bzw. Sekundärachsen. Die hydraulische Antriebsvorrichtung dient hierbei im Wesentlichen einem Vor- und Zurückbewegen eines Hydraulikfluids zwischen einem Druckreservoir und Zylinderräumen der Hydraulikzylinder.

**[0018]** Der Begriff «Hydraulikzylinder» umfasst vorliegend insbesondere Hydrauliknebenzylinder einer Pulverpresse. Es können jedoch auch Hydraulikhauptzylinder einer Pulverpresse mittels vorliegender hydraulischer Antriebsvorrichtung hydraulisch gespeist werden, wenn dies vorteilhaft ist.

**[0019]** Vorteilhafter Weise handelt es sich bei den vorliegenden Hydraulikzylindern um Doppelkammerhydraulikzylinder, deren jeweilige erste Druckkammern unter Arbeitsdruck gesetzt sind, um den jeweiligen Presskolben von einer Ausgangslage in Hauptpressrichtung zu bewegen. Anschliessend wird die jeweils erste Druckkammer entlastet, und ein in einer der ersten Druckkammer gegenüberliegenden zweiten Druckkammer herrschender niedrigerer Arbeitsdruck bewegt den jeweiligen Presskolben mit einer Rückwärtsbewegung wieder in seine Ausgangslage zurück.

**[0020]** Insofern sieht eine bevorzugte Ausführungsvariante vor, dass jeweils eine erste Druckkammer wenigstens eines der Hydraulikzylinder, insbesondere eine Pressdruckkammer wenigstens eines der Hydraulikzylinder, über das Hydraulikhauptventil wahlweise mit einem Hydraulikdruckspeicher für einen mittleren Arbeitsdruck oder mit einem Hydraulikdruckspeicher für einen hohen Arbeitsdruck hydraulisch verbunden ist. Hierdurch können an der jeweiligen ersten Druckkammer der Hydraulikzylinder verschiedene Pressdrücke bereitgestellt werden. Dies geschieht über das Hydraulikhauptregelventil, indem verschiedene Hydraulikdruckquellen bedarfsweise mit der ersten Druckkammer hydraulisch gekoppelt oder entkoppelt werden.

**[0021]** Vorteilhafter Weise ist jeweils die zweite Druckkammer wenigstens eines der Hydraulikzylinder mit einem Hydraulikdruckspeicher zum Speichern eines niedrigen Arbeitsdrucks unter Umgehung des wenigstens einen Hydraulikhauptregelventils hydraulisch verbunden, so dass auch hier ein einfacher Aufbau gewährleistet ist.

**[0022]** Die Druckkammern entsprechen in vorliegendem Zusammenhang Zylinderräumen der vorliegenden Hydraulikzylinder.

**[0023]** Eine besonders bevorzugte Ausführungsvariante sieht vor, dass eine erste der Hydraulikdruckquellen und eine zweite der Hydraulikdruckquellen mit einer gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung an dem wenigstens einen Hydraulikhauptregelventil angeschlossen sind, wobei zwischen der zweiten Hydraulikdruckquelle und dem Hydraulikhauptregelventil ein Hydraulikschliessventil angeordnet ist.

**[0024]** Einerseits kann durch die gemeinsame Hydraulikverbindungseinrichtung die hydraulische Antriebsvorrichtung konstruktiv einfach und mit weniger Bauteile realisiert werden. Andererseits kann die zweite Hydraulikdruckquelle mittels des Hydraulikschliessventils konstruktiv einfach von der gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung, insbesondere von

dem Hydraulikhauptregelventil, hydraulisch entkoppelt werden, wenn ein Arbeitsdruck der zweiten Hydraulikdruckquelle nicht benötigt wird.

**[0025]** Insofern wird die Aufgabe der Erfindung auch unabhängig von den übrigen Merkmalen der Erfindung dadurch gelöst, dass bei einer hydraulischen Antriebsvorrichtung für Presskolben von Hydraulikzylindern einer Pulverpresse zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge mit mehr als einer Hydraulikdruckquelle und mit wenigstens einem Hydraulikhauptregelventil, bei welcher die Hydraulikdruckquellen über das Hydraulikhauptregelventil an wenigstens einem der Hydraulikzylinder hydraulisch angeschlossen sind, wobei eine erste der Hydraulikdruckquellen und eine zweite der Hydraulikdruckquellen mit einer gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung an dem wenigstens einen Hydraulikhauptregelventil angeschlossen sind und wobei zwischen der zweiten Hydraulikdruckquelle und dem Hydraulikhauptregelventil das Hydraulikschliessventil angeordnet ist.

**[0026]** Baulich einfach kann eine hydraulische Antriebsvorrichtung insbesondere umgesetzt werden, wenn eine erste der Hydraulikdruckquellen und eine zweite der Hydraulikdruckquellen mit einer gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung an dem wenigstens einen Hydraulikhauptregelventil angeschlossen sind und die erste Hydraulikdruckquelle von der zweiten Hydraulikdruckquelle mittels eines Rückschlagventils hydraulisch getrennt ist.

**[0027]** Mittels des Rückschlagventils kann konstruktiv einfach verhindert werden, dass der höher bereitgestellte Arbeitsdruck bis zu der Hydraulikdruckquelle des niedrigeren Hydraulikdrucks wirkt, so dass beide Hydraulikdruckquellen vorteilhafter Weise die gemeinsame Hydraulikverbindungseinrichtung nutzen können und jeweils lediglich mit einem Hydraulikhauptregelventil mit den einzelnen Hydraulikzylindern hydraulisch verbunden werden können.

**[0028]** Insofern wird die Aufgabe der vorliegenden Erfindung unabhängig von den übrigen Merkmalen der Erfindung auch bereits dadurch gelöst, dass bei einer hydraulischen Antriebsvorrichtung für Presskolben von Hydraulikzylindern einer Pulverpresse zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge mit mehr als einer Hydraulikdruckquelle und mit wenigstens einem Hydraulikhauptregelventil, bei welcher die Hydraulikdruckquellen über das Hydraulikhauptregelventil an wenigstens einem der Hydraulikzylinder hydraulisch angeschlossen sind, wobei eine erste der Hydraulikdruckquellen und eine zweite der Hydraulikdruckquellen mit einer gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung an dem wenigstens einen Hydraulikhauptregelventil angeschlossen sind und wobei die zweite Hydraulikdruckquelle von der ersten Hydraulikdruckquelle mittels des Rückschlagventils hydraulisch voneinander getrennt ist.

**[0029]** Sind die beiden Hydraulikdruckquellen als zwei separate Hydraulikdruckspeicher ausgestaltet, welche unabhängig voneinander Arbeitsdrücke als konstante Hydraulikpressdrücke bereitstellen können, wobei die beiden Hydraulikdruckspeicher über das wenigstens eine Hydraulikhauptregelventil an wenigstens einem der Hydraulikzylinder angeschlossen sind, kann insbesondere ein Gegenpressherstellverfahren an der Pulverpresse besonders einfach ausgestaltet werden.

**[0030]** Hierbei ist davon auszugehen, dass vorliegende Erfindung gegengepresst zunächst keinen unmittelbaren Vorteil aufweist. Da jedoch in der Regel mehrere solcher Antriebe zum Einsatz kommen und in der Regel nicht alle gegenpressen, ist vorliegende Erfindung dennoch auch in Ausgestaltungen, bei denen gegengepresst wird, entsprechend vorteilhaft.

**[0031]** Weist alternativ eine der beiden Hydraulikdruckquellen einen Hydraulikdruckspeicher und eine der beiden Hydraulikdruckquellen eine Förderpumpe zum Fördern eines konstanten Fördervolumens auf, wobei sowohl der Hydraulikdruckspeicher als auch die Förderpumpe über das wenigstens eine Hydraulikhauptregelventile an wenigstens einem der Hydraulikzylinder angeschlossen ist, kann die vorliegende hydraulische Antriebsvorrichtung besonders vorteilhaft für Pulverpressen ohne Gegenpresszyklus ausgelegt werden.

**[0032]** Bei Letzterem ist insbesondere kein grösseres Ölvolumen mit gleichem Druckniveau zwingend erforderlich, so dass auf einem speziellen Hydraulikdruckspeicher verzichtet werden kann. Vielmehr liefert die Förderpumpe ein im Wesentlichen konstantes Fördervolumen, mittels welchem sich sukzessive ein Druckaufbau am Hydraulikzylinder erzielen lässt, wobei sich beim Erreichen des erforderlichen Hydraulikpressdrucks ein weiterer Druckanstieg mittels eines entsprechenden Druckbegrenzungsventils vermeiden lässt. Über das Druckbegrenzungsventil kann ein überschüssig gefördertes Fördervolumen vorteilhafter Weise in einen entsprechenden Sammelbehälter umgeleitet und aufgefangen werden.

**[0033]** Speziell im Hinblick auf die eingangs beschriebene energieeffizientere Ausführungsform, welche einen Hochdruckspeicher und in einen Niederdruckspeicher vorsieht, wird die Aufgabe der Erfindung auch von einer hydraulischen Antriebsvorrichtung für Presskolben von Hydraulikzylindern einer Pulverpresse zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge mit zwei Hydraulikdruckspeichern zum Bereitstellen eines ersten Arbeitsdrucks und eines zweiten Arbeitsdrucks an den Hydraulikzylindern und mit wenigstens einem Hydraulikhauptregelventil gelöst, wobei die hydraulische Antriebsvorrichtung sich durch einen weiteren Hydraulikdrucklieferanten zum Bereitstellen bzw. Erzeugen eines weiteren Arbeitsdrucks, wie beispielsweise die vorstehend erläuterte Förderpumpe oder eine andere Druck- oder Hydraulikquelle, aufweist, wobei der weitere Hydraulikdrucklieferant unter Umgehung des wenigstens einen Hydraulikhauptregelventils an wenigstens einem der Hydraulikzylinder hydraulisch unmittelbar angeschlossen ist.

**[0034]** Vorzugweise handelt es sich bei diesem Hydraulikdruckspeicher um einen Niederdruckspeicher der hydraulischen Antriebsvorrichtung, mittels welchem jeweils die zweite Druckkammer der vorhandenen Hydraulikzylinder energetisch günstig mit Niederdruck gespeist werden kann, um eine entsprechende Rückwärtsbewegung der diesbezüglichen Presskolben zu erzielen.

**[0035]** Zwar erhöht sich hierdurch der bauliche Aufwand der hydraulischen Antriebsvorrichtung um wenigstens einen Hydraulikdrucklieferanten gegenüber dem Stand der Technik mit zwei Hydraulikdruckspeichern. Jedoch kann die Pulverpresse durch das Vorsehen des weiteren Hydrauliklieferanten energetisch wesentlich günstiger betrieben werden, so dass sich der oberflächlich betrachtete Nachteil der konstruktiv aufwändiger gestalteten hydraulischen Antriebsvorrichtung letztendlich als Vorteil erweist.

**[0036]** Eine erste diesbezügliche vorteilhafte Ausführungsvariante sieht vor, dass der weitere Hydraulikdrucklieferant als ein weiterer Hydraulikdruckspeicher ausgestaltet ist, welcher den weiteren Arbeitsdruck als konstanten Hydraulikdruck bereitstellt. Diese Variante ist besonders vorteilhaft für Presszyklen, die eine Gegenpressbewegung beinhalten.

**[0037]** Bei einer Arbeitsvariante, bei welcher auf eine derartige Gegenpressbewegung verzichtet werden kann, ist eine alternative Ausführungsvariante vorzuziehen, bei welcher der weitere Hydraulikdrucklieferant eine Förderpumpe zum Fördern eines konstanten Fördervolumens ist, wobei die Förderpumpe unter Umgehung des wenigstens einen Hydraulikhauptregelventils unmittelbar an wenigstens einem der Hydraulikzylinder angeschlossen ist.

**[0038]** Zu den Vor- und Nachteilen der beiden zuletzt genannten Ausführungsvarianten mit und ohne Gegenpressbewegung wird auf die eingangs beschriebene Lösung verwiesen, um Wiederholungen zu vermeiden.

**[0039]** Darüber hinaus ist es aus den eingangs beschriebenen Gründen vorteilhaft, wenn zwischen dem weiteren Hydraulikdrucklieferanten und dem Hydraulikhauptregelventil ein Hydraulikschliessventil angeordnet ist.

**[0040]** Ebenfalls aus den bereits vorstehend erläuterten Vorteilen ist es vorteilhaft, wenn einer der beiden Hydraulikdruckspeicher und der weitere Hydraulikdrucklieferant mittels eines Rückschlagventils voneinander hydraulisch getrennt sind.

**[0041]** Können bzw. sollen alle vorhandenen Hydraulikzylinder im Gleichtakt genutzt werden, können die Hydraulikzylinder vorteilhaft lediglich mittels eines Hydraulikhauptregelventils angesteuert werden. Um die Hydraulikzylinder andererseits einzeln besonders exakt betätigen zu können, ist es vorteilhaft, wenn jedem Hydraulikzylinder ein Hydraulikhauptregelventil vorgeschaltet ist.

**[0042]** Die vorliegende Erfindung kann vorteilhaft ergänzt werden, wenn die Hydraulikzylinder jeweils einen Hydraulikzylinderkolben umfassen, welcher einen pressdruckkammerseitigen Oberflächenbereich und einen gegenpressdruckkammerseitigen Oberflächenbereich aufweist, wobei der pressdruckkammerseitige Oberflächenbereich grösser ist als der gegenpressdruckkammerseitige Oberflächenbereich. Bei einem derartig gewählten Oberflächenverhältnis kann der Hydraulikzylinderkolben selbst dann bereits schon in Pressrichtung bewegt werden, wenn in der Pressdruckkammer und in der Gegenpressdruckkammer zumindest annähernd gleiche Druckverhältnisse herrschen; oder es kann die resultierende Presskraft bei gleichem Druck entsprechend vorteilhaft erhöht werden. Insbesondere hierdurch kann an der hydraulischen Antriebsvorrichtung vorteilhafter Weise unter anderem die erforderliche Gesamteinsatzzeit einer Hochdruckquelle weiter reduziert werden, wodurch der Energiebedarf weiter gesenkt werden kann.

**[0043]** Der Begriff «Oberflächenbereich» beschreibt im Sinne der Erfindung denjenigen Oberflächenbereich eines Presskolbens, welcher eine sich im Wesentlichen quer zu einer Presskolbenbewegungsrichtung erstreckende Raumwand einer Druckkammer eines Hydraulikzylinders bildet.

**[0044]** Es versteht sich, dass die Hydraulikhauptregelventile konstruktiv vielfältig gestaltet sein können.

**[0045]** Um insbesondere sowohl eine Presskolbenposition als auch eine Presskolbenbewegung ausserordentlich gut und exakt einstellen bzw. kontrollieren zu können, ist es vorteilhaft, wenn für die Hydraulikhauptregelventile ein Servo-Regelventil eingesetzt wird.

**[0046]** Der Begriff «Servo-Regelventil» umschreibt im Wesentlichen Ventile, bei welchen ein kleines Eingangssignal ein grösseres Ausgangssignal bewirkt. Eine derartige Leistungsverstärkung kann in etwa einer Höhe von 104 bis 107 liegen. Insofern zeichnen sich Servo-Regelventile durch eine bessere Dynamik aus als etwa stetige Wegeventile.

**[0047]** Der konstruktive Aufwand vorliegender hydraulischer Antriebsvorrichtung kann weiter reduziert werden, wenn das Hydraulikhauptregelventil ein 4/3-Wege-Servo-Regelventil ist, bei welchem wenigstens ein Anschluss blockiert ist.

**[0048]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Hydraulikhauptregelventil ein 3/3-Wege-Servo-Regelventil ist. Ein 3/3-Wege-Ventil in Gestalt eines Servo-Regelventils ist aus dem Stand der Technik nicht bekannt. Es kann den konstruktiven Aufwand vorteilhafter Weise jedoch weiter reduzieren. Das 3/3-Wege-Servo-Regelventil ist vorzugsweise als Zwei-Quadranten-Regelventil ausgelegt.

**[0049]** Da jedoch ein noch weniger komplexer Aufbau wünschenswert ist, ist ein Servo-Regelventil mit lediglich einem einzigen Einzelanschluss für eine hydraulische Verbindung zu einer Endvorrichtung, wie zu einer Druckkammer bzw. einem Zylinderraum eines Hydraulikzylinders der vorliegenden Erfindung, vorteilhaft. Mittels dieses Einzelanschlusses kann der Hydraulikzylinder konstruktiv auf einfachste Weise entweder mit einer Hydraulikdruckquelle oder mit einem Sammelbehälter der hydraulischen Antriebsvorrichtung hydraulisch verbunden oder getrennt werden.

**[0050]** Insofern ist es aussergewöhnlich vorteilhaft, wenn das Hydraulikhauptregelventil eine hydraulische Endstufe eines Servo-Regelventils umfasst, wie sie nachstehend beschrieben ist.

**[0051]** Nach einem weiteren Aspekt wird die Aufgabe der Erfindung auch von einer hydraulischen Endstufe eines hydraulischen Servo-Regelventils gelöst, welche sich auszeichnet durch ein Gehäuse mit einer ersten seitlichen Druckkammer, mit einer zweiten seitlichen Druckkammer, mit einem in einer Mittellage vorgespannten Doppelkopfkolben zwischen den beiden Druckkammern und mit einer zentrischen Druckkammer, wobei in der Mittellage der erste Kolbenkopf des Doppelkopfkolbens die erste seitliche Druckkammer von der zentrischen Druckkammer und der zweite Kolbenkopf des Doppelkopfkolbens die zweite seitliche Druckkammer von der zentrischen Druckkammer trennt, wobei die erste seitliche Druckkammer eine erste Pilotventilöffnung zu einem Pilotventil und die zweite seitliche Druckkammer eine zweite Pilotventilöffnung zu dem Pilotventil aufweist, wobei die zentrische Druckkammer einen Endgeräteanschluss sowie einerseits einen Hydraulikfluidanschluss und einen ersten Pilotventilanschluss und andererseits einen Sammelbehälteranschluss und einen weiteren Pilotventilanschluss aufweist.

**[0052]** Mittels dieser hydraulischen Endstufe des hydraulischen Servo-Regelventils können die Hydraulikzylinder einer Pulverpresse insbesondere während eines Presszyklus hinsichtlich mehrstufiger Presslinge mit einem aussergewöhnlich guten Ansprechverhalten und darüber hinaus besonders exakt bewegt und positioniert werden.

**[0053]** Vorteilhafter Weise besitzt die hydraulische Endstufe des hydraulischen Servo-Regelventils endgeräteseitig lediglich einen hydraulischen Anschluss. Insofern zeichnet sie sich durch einen sehr einfachen Aufbau aus.

**[0054]** Eine bevorzugte Ausführungsvariante der hydraulischen Endstufe sieht vor, dass zum einen der Hydraulikfluidanschluss und der erste Pilotventilanschluss und/oder zum anderen der Sammelbehälteranschluss und der zweite Pilotventilanschluss in Längsrichtung der hydraulischen Endstufe gesehen auf gleicher Höhe, und vorzugsweise auch direkt gegenüberliegend, angeordnet sind.

**[0055]** Die hydraulische Endstufe kann vorteilhafter Weise mit einem handelsüblichen Pilotventil als hydraulische Vorstufe korrespondieren, so dass auf baulich denkbar einfache Weise ein neues Servo-Regelventil geschaffen ist.

**[0056]** Die Aufgabe der Erfindung wird alternativ auch von einem Servo-Regelventil mit einem Pilotventil und mit der vorstehend beschriebenen Endstufe gelöst. Vorzugsweise ist das Servo-Regelventil als Zwei-Quadranten-Regelventil ausgelegt.

**[0057]** Letztlich wird die Aufgabe der Erfindung auch von einer Pulverpresse zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge umfassend Hydraulikzylinder mit hydraulisch angetriebenen Presskolben gelöst, welche sich durch eine hydraulische Antriebsvorrichtung, durch eine hydraulischen Endstufe bzw. durch ein Servo-Regelventil mit einem der vorstehend beschriebenen Merkmale auszeichnet.

**[0058]** Die Lehre der vorliegenden Erfindung beschränkt sich nicht nur auf gattungsgemässe Pulverpressen. Die hydraulische Antriebsvorrichtung und insbesondere die hydraulische Endstufe können auch in anderen hydraulisch arbeitenden Systemen vorteilhaft im Zusammenhang mit Hydraulikzylindern eingesetzt werden.

**[0059]** Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften vorliegender Erfindung werden anhand anliegender Zeichnung und deren Beschreibung erläutert, in welchen beispielhaft hydraulische Antriebsvorrichtungen und Komponenten hiervon dargestellt und beschrieben sind.

**[0060]** In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ersten hydraulischen Pulverpressenantriebsvorrichtung mit drei separaten Hydraulikdruckspeichern;
- Fig. 2 eine schematische Ansicht einer weiteren hydraulischen Pulverpressenantriebsvorrichtung mit zwei separaten Hydraulikdruckspeichern und einer separaten Förderpumpe eines Hydraulikfluids;
- Fig. 3 schematisch einen Längsschnitt einer erfindungsgemässen hydraulischen Endstufe; und
- Fig. 4 eine schematische Ansicht einer alternativen hydraulischen Pulverpressenantriebsvorrichtung mit wieder drei separaten Hydraulikdruckspeichern und einem 4/3-Wege-Servo-Regelventil.

**[0061]** Die in der Fig. 1 beispielhaft gezeigte hydraulische Antriebsvorrichtung 1 einer durch zwei Hydraulikzylinder 2 und 3 schematisch angedeuteten Pulverpresse 4 zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge (hier nicht gezeigt) umfasst mehrere Hydraulikdruckquellen 5 in Gestalt eines Niederdruckspeichers 6 zum Bereitstellen eines Niederdrucks P0, eines Mitteldruckspeichers 7 zum Bereitstellen eines Mitteldrucks P1 und eines Hochdruckspeichers 8 zum Bereitstellen eines Hochdrucks P2 sowie ein erstes Hydraulikhauptregelventil 9 für den ersten Hydraulikzylinder 2 und ein zweites Hydraulikhauptregelventil 10 für den zweiten Hydraulikzylinder 3.

**[0062]** Die Hydraulikhauptregelventile 9 und 10 sind bei vorliegendem Ausführungsbeispiel nicht handelsüblich und weisen jeweils eine hydraulische Endstufe 250 (siehe Fig. 3) auf, die später noch beschrieben wird.

**[0063]** Hydraulisch angeschlossen sind die Hydraulikdruckquellen 5 an den Hydraulikhauptregelventilen 9 und 10 bzw. den Hydraulikzylindern 2 und 3 mittels einer gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung 11, welche eine Vielzahl hier nicht weiter bezifferter Hydraulikleitungen umfasst.

**[0064]** Bei den hier beispielhaft gezeigten Hydraulikzylindern 2 und 3 der Pulverpresse 4 handelt es sich um Doppelkammerhydraulikzylinder 12 und 13 mit jeweils einer ersten Druckkammer 14 und einer zweiten Druckkammer 15 (hier nur exemplarisch beziffert), mittels welchen die jeweiligen Bewegungsrichtungen 16 der Presskolben 17 bzw. 18 der Hydraulikzylinder 2 und 3 bezüglich einer ersten Sekundärpressachse 19 bzw. einer zweiten Sekundärpressachse 20 initiiert werden können. Hierzu werden die Druckkammern 14 und 15 entsprechend mit hydraulischen Arbeitsdrücken beaufschlagt.

**[0065]** Hierbei ist der Niederdruckspeicher 6 unter Umgehung jeglicher Hydraulikhauptregelventile 9 bzw. 10 und über eine Niederdruckleitung 21 unmittelbar jeweils mit der zweiten Druckkammer 15 der Hydraulikzylinder 2, 3 hydraulisch verbunden.

**[0066]** Die zweiten Druckkammern 15 sind hierbei Gegenpressdruckkammern, die permanent mit dem Niederdruck PO aus dem Niederdruckspeicher 6 gespeist sind.

**[0067]** Mittels des Niederdrucks PO, der bei diesem Ausführungsbeispiel permanent in den zweiten Druckkammern 15 anliegt, kann der jeweilige Presskolben 17 bzw. 18 stets in eine Rückwärtsbewegung 22 versetzt bzw. in eine gewünschte Lageregelung gehalten werden, wenn die Druckverhältnisse in der ersten Druckkammer 14 entsprechend eingestellt werden.

**[0068]** Vorteilhafter Weise kann durch das Vorsehen des Niederdruckspeichers 6 die hydraulische Antriebsvorrichtung 1 bzw. die Pulverpresse 4 wesentlich energieeffizienter betrieben werden, wodurch die mehrstufigen Presslinge wesentlich kostengünstiger hergestellt werden können.

**[0069]** Die ersten Druckkammern 14 sind vorliegend Pressdruckkammern der Hydraulikzylinder 2 und 3, welche mit den erforderlichen Pressdrücken zum Pressen der Presslinge beaufschlagt werden können.

**[0070]** Eine Vorwärtsbewegung 23 der Presskolben 17 bzw. 18 wird dadurch erzielt, dass in der ersten Druckkammer 14 entweder ein Mitteldruck P1 oder ein Hochdruck P2 bereitgestellt wird.

**[0071]** Der Mitteldruck P1 wird baulich einfach mittels des Mitteldruckspeichers 7 über eine Mitteldruckleitung 24 in die gemeinsame Hydraulikverbindungseinrichtung 11 eingespeist. Der Mitteldruck P1 reicht bei vorliegendem Ausführungsbeispiel aus, um die Presskolben 17, 18 gegen den Niederdruck PO zu verlagern, solange keine äusseren Presskräfte wirken. Hierbei ist der Mitteldruck P1 so gewählt, dass insbesondere auch die Strömungswiderstände der Hydraulikhauptregelventile 9 und 10 überwunden werden können.

**[0072]** Dementsprechend wird ein Hochdruck P2 mittels des Hochdruckspeichers 8 über eine entsprechende Hochdruckleitung 25 in die gemeinsame Hydraulikverbindungseinrichtung 11 eingespeist.

**[0073]** Das Einspeisen des Mitteldrucks P1 und des Hochdrucks P2 in die Hydraulikverbindungseinrichtung 11 erfolgt in einem Knotenpunkt 26.

**[0074]** Der Knotenpunkt 26 ist dem jeweiligen Hydraulikhauptregelventil 9, 10 direkt vorgeschaltet, wobei bei diesem Ausführungsbeispiel zwischen dem Hochdruckspeicher 8 und dem Knotenpunkt 26 ein Hydraulikschliessventil 27 angeordnet ist. Insofern befindet sich das Hydraulikschliessventil 27 zwischen dem Hochdruckspeicher 8 und dem jeweiligen Hydraulikhauptregelventil 9 bzw. 10. Somit kann der Hochdruckspeicher 8 der gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung 11 bedarfsweise hydraulisch zugeschaltet bzw. von der gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung 11 getrennt werden.

**[0075]** Darüber hinaus ist der Hochdruckspeicher 8 mittels eines Rückschlagventils 28 von dem Mitteldruckspeicher 7 bzw. von der Mitteldruckleitung 24 hydraulisch getrennt, so dass bei geöffneten Hydraulikschliessventil 27 ein Hochdruck P2 in der gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung 11 nur bis zu diesem Rückschlagventil 28 vorliegt und darüber hinaus nicht.

**[0076]** Mittels der zwei separaten Hydraulikdruckspeicher 7 und 8 können an den Hydraulikzylindern 2 und 3 konstruktiv besonders einfach verschieden hohe Hydraulikpressdrücke bereitgestellt werden.

**[0077]** Ein nach einem Pressvorgang nicht mehr benötigtes Hydraulikfluid kann insbesondere beim Rückwärtsbewegen der Presskolben 17 bzw. 18 über die Hydraulikhauptregelventile 9 und 10 in einen Hydraulikfluid-Sammelbehälter 29 geleitet und dort zu weiteren Verwendung gesammelt werden.

**[0078]** Der Niederdruckspeicher 6, der Mitteldruckspeicher 7 und der Hochdruckspeicher 8 werden mittels einer oder mehrerer Förderpumpen in an sich bekannter Weise entsprechend mit dem Hydraulikfluid gespeist.

**[0079]** Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Hydraulikarbeitsdrücke PO, P1 und P2 derart gewählt, dass sich die Presskolben 17 bzw. 18 vorzugsweise mit einer Geschwindigkeit von 50 mm/s sowohl in der Vorwärtsbewegung 23 als auch in der Rückwärtsbewegung 22 bewegen können. An dieser Stelle sei bereits angemerkt, dass dies nicht zwingend ein beschränkendes Merkmal darstellt und auch andere Geschwindigkeiten durch geeignete Wahl der Drücke voreingestellt werden können.

**[0080]** Der Niederdruck PO ist hierbei proportional zu der Presskolbenoberfläche, wobei dieser sich aus dem Verhältnis der Presskolbenoberflächen bestimmt, welches bei vorliegendem Ausführungsbeispiel bei ungefähr 1 gewählt ist, so dass bei vorliegendem Ausführungsbeispiel der Niederdruck PO bei etwa 60 bar liegt. Bei einem Verhältnis der Presskolbeno-

berflächen von 2 mit dem Niederdruck auf die kleinere Fläche betrüge der Niederdruck dementsprechend ungefähr 120 bar. Der Niederdruck P0 beeinflusst die Energiebilanz der Pulverpresse 4 vorteilhafterweise kaum.

**[0081]** Der Mittel druck P1 ist nicht oder nur vernachlässigbar abhängig von dem Verhältnis der Presskolbenoberflächen und beträgt idealerweise in etwa 120 bar und hat auf die Energiebilanz bereits einen grösseren Einfluss.

**[0082]** Der Hochdruck P2 beeinflusst entscheidend die energetische Effektivität der hydraulischen Antriebseinrichtung 1 und beträgt vorzugsweise mehr als 315 bar.

**[0083]** Dementsprechend ist es vorteilhaft, wenn der Hochdruck P2 nur wenig also im Wesentlichen nur in einer Pressphase bzw. in einer Endpressphase in Anspruch genommen wird. Insofern sind die obengenannten Bewegungsgeschwindigkeiten hinsichtlich der Pressphase bzw. in einer Endpressphase an sich unkritisch, hängen wesentlich von den Materialien und der Form der Presslinge ab und können mithin von den oben genannten Werten abweichen.

**[0084]** Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ggf. nicht alle Presskolben 17, 18 gegengepresst betrieben werden bzw. werden müssen, wobei sich insbesondere in den nicht gegengepressten Teilen der Antriebsvorrichtung 1 die vorstehend beschriebenen Vorteile entsprechend auf die Energiebilanz auswirken.

**[0085]** Die in der Fig. 2 gezeigte hydraulische Antriebsvorrichtung 101 weist im Wesentlichen einen identischen Aufbau auf wie die hydraulische Antriebsvorrichtung 1 aus der Fig. 1. Insofern sind gleiche oder gleich wirkende Komponenten der hydraulischen Antriebsvorrichtungen 101 mit Endziffern versehen, welche den Komponenten der hydraulischen Antriebsvorrichtung 1 entsprechen, wobei die Komponenten hinsichtlich der hydraulischen Antriebsrichtung 101 nur insoweit erläutert werden, wie sie sich von der hydraulischen Antriebsvorrichtung 1 unterscheiden, um hierdurch Wiederholungen zu vermeiden.

**[0086]** Im Gegensatz zu der hydraulischen Antriebsvorrichtung 1 aus der Fig. 1 ist bei der hydraulischen Antriebs Vorrichtung 101 auf den Hochdruckspeicher 8 (siehe Fig. 1) verzichtet worden.

**[0087]** Anstelle des Hochdruckspeichers 8 tritt alternativ eine Förderpumpe 140, welche einen konstanten Volumenstrom bereitstellt, der bei Bedarf über die gemeinsame Hydraulikverbindungseinrichtung 111 und über die Hydraulikhauptregelventile 109 bzw. 110 in die ersten Druckkammern 114 eingespeist werden kann.

**[0088]** Durch das konstante Fördervolumen baut sich innerhalb der gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung III, insbesondere in den ersten Druckkammern 114, ein entsprechend gewünschter Hydraulikpressdruck auf, wobei der Hydraulikpressdruck auch über Hydraulikhauptregelventile 109 und 110 sowie ein Druckbegrenzungsventil 141 beeinflusst bzw. eingestellt werden kann.

**[0089]** Das Druckbegrenzungsventil 141 ist zwischen einem Sammelbehälter 129 und einem Knotenpunkt 126 der gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung 111 hydraulisch eingebunden.

**[0090]** Diese alternative hydraulische Antriebsvorrichtung 101 eignet sich insbesondere dann, wenn ein Gegendruckpressen an der Pulverpresse 104 nicht vorgesehen ist, so dass sich die energetisch bedingten Vorteile insbesondere diesbezüglich entsprechend nutzen lassen.

**[0091]** Die in der Fig. 3 gezeigte hydraulische Endstufe 250 eines über ein Pilotventil gesteuerten 3/3-Wege-Servo-Ventils (siehe Hydraulikhauptregelventile 9, 10; 109, 110), wie sie hinsichtlich der beiden zuvor beschriebenen hydraulischen Antriebsvorrichtungen 1 bzw. 101 verwendet wird, weist ein Gehäuse 251 auf, in welchem ein in einer Mittellage 252 vorgespannter beweglicher Doppelkopfkolben 253 längsverschieblich (Doppelpfeil 254) gelagert ist.

**[0092]** Der Doppelkopfkolben 253 zeichnet sich durch zwei gleich grosse Kolbenköpfe 255 und 256 mit identischem Durchmesser aus, wobei die beiden Kolbenköpfe 255 und 256 durch eine durchmesserreduzierte Kolbenstange 257 des Doppelkopfkolbens 253 voneinander beabstandet sind.

**[0093]** Das Gehäuse 251 ist mit einer ersten seitlichen Druckkammer 258, mit einer zweiten seitlichen Druckkammer 259 und einer zentrischen Druckkammer 260 versehen.

**[0094]** In den beiden seitlichen Druckkammern 258 und 259 ist jeweils eine Spiralfeder 261 bzw. 262 platziert, mittels welchen der Doppelkopfkolben 253 innerhalb des Gehäuses 251 vorgespannt in der Mittellage 252 stabilisiert wird. Insofern gestalten die erste Spiralfeder 261 und die zweite Spiralfeder 262 gemeinsam eine mechanische Federrückstellungseinrichtung 263 der hier gezeigten hydraulischen Endstufe 250 aus. es versteht sich, dass in abgewandelten Ausführungsformen auch andere Rücksteileinrichtungen, beispielsweise auch durch andere Medien als Federn bedingte Rücksteileinrichtungen, oder auch andere Federanordnungen, dementsprechend wirksam zur Anwendung kommen können.

**[0095]** Die erste seitliche Druckkammer 258 verfügt über eine erste Pilotenventilöffnung 264 zu einem hier nicht dargestellten Pilotventil der hydraulischen Endstufe 250.

**[0096]** Dementsprechend ist an der zweiten seitlichen Druckkammer 259 eine zweite Pilotenventilöffnung 265 angeordnet, welche die zweite seitliche Druckkammer 259 mit dem Pilotventil hydraulisch verbinden kann.

**[0097]** Hinsichtlich der zentrischen Druckkammer 260 sind ein erster Pilotventilanschluss 266 und ein zweiter Pilotventilanschluss 267 vorgesehen.

**[0098]** Da es sich bei dem hier aufbauenden Pilotventil um ein handelsübliches Bauteil handelt, dessen Funktionsweise bekannt ist, wird auf eine weiterführende Erläuterung des Pilotventils und dessen Funktion verzichtet.

**[0099]** Nach der Darstellung gemäss Fig. 3 sind die beiden Pilotventilöffnungen 264 und 265 sowie die beiden Pilotventilanschlüsse 266 und 267 pilotventilseitig 268 an dem Gehäuse 251 der hydraulischen Endstufe 250 angeordnet.

**[0100]** Des Weiteren sind pilotventilgegenseitig 269 der Endstufe 250 am Gehäuse 251 ein Endgeräteanschluss 270, ein Hydraulikfluidanschluss 271 sowie ein Sammelbehälteranschluss 272 vorhanden.

**[0101]** Der Endgeräteanschluss 270 ist mittig am Gehäuse 251 bzw. mittig der zentrischen Druckkammer 260 platziert, während der Hydraulikfluidanschluss 271 näher an der ersten seitlichen Druckkammer 258 und der Sammelbehälteranschluss 272 näher an der zweiten seitlichen Druckkammer 259 angeordnet sind.

**[0102]** In diesem konkreten Ausführungsbeispiel der hydraulischen Endstufe 250 sind einerseits der Hydraulikfluidanschluss 271 und der erste Pilotventilanschluss 266 sowie andererseits der Sammelbehälteranschluss 272 und der weitere Pilotventilanschluss 267 auf Seiten der zentrischen Druckkammer 260 in Längsrichtung 254 der hydraulischen Endstufe 250 gesehen auf gleicher Höhe und auch gegenüberliegend angeordnet.

**[0103]** Soll nun das Hydraulikfluid von dem Hydraulikfluidanschluss 271 zu dem Endgeräteanschluss 270 strömen können, um einen Druckaufbau in den Hydraulikzylindern zu ermöglichen, wird mittels des hier nicht gezeigten Pilotventils über die zweite Pilotventilöffnung 265 ein Steuerdruck in der zweiten seitlichen Druckkammer 259 initiiert, mittels welchen der Doppelkopfkolben 253 in Richtung der ersten seitlichen Druckkammer 258 verschoben wird. Hierbei wird sowohl der Hydraulikfluidanschluss 271 als auch der erste Pilotventilanschluss 266 geöffnet. Dementsprechend kann ein Hydraulikfluid von dem Hydraulikfluidanschluss zu dem Endgeräteanschluss 270 strömen, wodurch beispielsweise die ersten Druckkammern 14 der Pulverpresse 4 aus der Fig. 1 unter entsprechenden Hydraulikdruck gesetzt werden können. Um in einem derart gelagerten Fall zu verhindern, dass der Doppelkopfkolben 253 aufgrund des Öffnens des Hydraulikfluidanschlusses 271 in Richtung der ersten seitlichen Druckkammer 258 durchschlägt, werden mittels eines Druckausgleichs über den ersten Pilotventilanschluss 266, über das hier nicht gezeigte Pilotventil sowie über die erste Pilotventilöffnung 264 die Druckverhältnisse in der ersten seitlichen Druckkammer 258 entsprechend angeglichen.

**[0104]** Um den Doppelkopfkolben 253 wieder in Richtung der Mittellage 252 zu bewegen, bedarf es eines weiteren Steuerdrucks in der ersten seitlichen Druckkammer 258, der über die erste Pilotventilöffnung 264 aufgebracht werden kann.

**[0105]** Ist der Doppelkopfkolben 253 beispielsweise wieder in der Mittellage 252 stabilisiert, kann im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung der Hydraulikdruck problemlos in den ersten Druckkammern 14 der Hydraulikzylinder 2 bzw. 3 der Pulverpresse 4 gehalten werden.

**[0106]** Um die ersten Druckkammern 14 wieder zu entlasten, kann der Doppelkopfkolben 253 weiter in Richtung der zweiten seitlichen Druckkammer 259 verlagert werden, wodurch der Sammelbehälteranschluss 272 und auch der zweite Pilotventilanschluss 267 freigelegt werden. Hieraus kann dann ein Hydraulikdruckabbau vom Endgeräteanschluss 270 über den Sammelbehälteranschluss 272 erfolgen.

**[0107]** Die Bewegung des Doppelkopfkolbens 253 in Richtung der zweiten seitlichen Druckkammer 259 kann gedämpft werden, indem ein Druckausgleich über dem zweiten Pilotventilanschluss 267, das Pilotventil und der zweiten Pilotventilöffnung 265 erfolgt.

**[0108]** Bei der in der Fig. 4 gezeigten alternativen hydraulischen Antriebsvorrichtung 301 sind ebenfalls ein Niederdruckspeicher 306, ein Mitteldruckspeicher 307 und ein Hochdruckspeicher 308 vorgesehen. Jedoch sind bei diesem alternativen Ausführungsbeispiel insgesamt drei Hydraulikzylinder 380 dreier Sekundärpressachsen 381 einer Pulverpresse 304 vorgesehen, die im Übrigen jedoch den Hydraulikzylindern 2, 102, 3, 103 der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele entsprechend und im Wesentlichen auch identisch betrieben und angesteuert werden.

**[0109]** Die drei Hydraulikdruckspeicher 306, 307 und 308 sind mittels einer gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung 311 mit den drei Hydraulikzylindern 380 hydraulisch verbunden.

**[0110]** Im Gegensatz zu den beiden zuvor beschriebenen hydraulischen Antriebsvorrichtungen 1 (siehe Fig. 1) und 101 (siehe Fig. 2) ist bei der hydraulischen Antriebsvorrichtung 301 jedem der Hydraulikzylinder 380 bzw. deren ersten Druckkammern 314 nicht ein 3/3-Wege-Servo-Ventil (9, 10, siehe Fig. 1; 109, 110, siehe Fig. 2) sondern jeweils ein 4/3-Wege-Servo-Ventil 382 (hier nur exemplarisch beziffert) vorgeschaltet, wobei bei jedem der 4/3-Wege-Servo-Ventile 382 ein vierter Ventilausgang 383 (hier nur exemplarisch beziffert) verschlossen ist.

**[0111]** Jedes der 4/3-Wege-Servo-Ventile 382 arbeitet ähnlich einer hydraulischen Endstufe 250, wie sie in der Fig. 3 zuvor beschrieben ist.

**[0112]** Darüber hinaus ist insbesondere der hydraulische Aufbau der hydraulischen Antriebs Vorrichtung 301 im Wesentlichen identisch mit dem Aufbau der hydraulischen Antriebsvorrichtung 1 gemäss der Fig. 1.

**[0113]** Der Niederdruckspeicher 306 ist auch hier unter Umgehung der 4/3-Wege-Servo-Ventile 382 mit zweiten Druckkammern 315 (hier nur exemplarisch beziffert) unmittelbar hydraulisch verbunden. Hierzu ist der Niederdruckspeicher 306 über eine entsprechende Niederdruckleitung 321 mit den zweiten Druckkammern 315 unmittelbar hydraulisch verbunden.

**[0114]** Der Mitteldruckspeicher 307 ist mit einer Mitteldruckleitung 324 an der gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung 311 angeschlossen. In der Mitteldruckleitung 324 befindet sich ein Rückschlagventil 328, so dass der Mitteldruckspeicher 307 gegenüber höheren Hydraulikdrücken in der gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung 311 entkoppelt ist.

**[0115]** Der Hochdruckspeicher 308 ist über eine Hochdruckleitung 325 und einem darin angeordneten Hydraulikschliessventil 327 der gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung 311 zuschaltbar.

**[0116]** Die Mitteldruckleitung 324 und die Hochdruckleitung 325 sind in einem gemeinsamen Knotenpunkt 326 der gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung 311 zusammengeführt, von welchem wiederum ein entsprechender Druck auf die 4/3-Wege-Servo-Regelventile 382 weitergeleitet wird. Letztere können, wie bereit bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen erläutert, Hydraulikfluid in einen Sammelbehälter 329 abführen.

**Bezugsziffernliste:**

**[0117]**

- 1     Antriebs Vorrichtung
- 2     erster Hydraulikzylinder
- 3     zweiter Hydraulikzylinder
- 4     Pulverpresse
- 5     Hydraulikdruckquellen
- 6     Niedrigdruckspeicher
- 7     Mitteldruckspeicher
- 8     Hochdruckspeicher
- 9     erstes Hydraulikhauptregelventil
- 10    zweites Hydraulikhauptregelventil
- 11    Hydraulikverbindungseinrichtung
- 12    erster Doppelkammerhydraulikzylinder
- 13    zweiter Doppelkammerhydraulikzylinder
- 14    erste Druckkammern
- 15    zweite Druckkammern
- 16    Bewegungsrichtungen
- 17    erster Presskolben
- 18    zweiter Presskolben
- 19    erste Sekundärpressachse
- 20    zweite Sekundärpressachse
- 21    Niedrigdruckleitung
- 22    Rückwärtsbewegung
- 23    Vorwärtsbewegung
- 24    Mitteldruckleitung
- 25    Hochdruckleitung
- 26    Knotenpunkt
- 27    Hydraulikschliessventil
- 28    Rückschlagventil

|     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| 29  | Sammelbehälter                        |
| 101 | Antriebsvorrichtung                   |
| 102 | erster Hydraulikzylinder              |
| 103 | zweiter Hydraulikzylinder             |
| 104 | Pulverpresse                          |
| 105 | Hydraulikdruckquellen                 |
| 106 | Niedrigdruckspeicher                  |
| 107 | Mitteldruckspeicher                   |
| 109 | erstes Hydraulikhauptregelventil      |
| 110 | zweites Hydraulikhauptregelventil     |
| 111 | Hydraulikverbindungseinrichtung       |
| 112 | erster Doppelkammerhydraulikzylinder  |
| 113 | zweiter Doppelkammerhydraulikzylinder |
| 114 | erste Druckkammern                    |
| 115 | zweite Druckkammern                   |
| 116 | Bewegungsrichtung                     |
| 117 | erster Presskolben                    |
| 118 | zweiter Presskolben                   |
| 119 | erste Sekundärpressachse              |
| 120 | zweite Sekundärpressachse             |
| 121 | Niedrigdruckleitung                   |
| 122 | Rückwärtsbewegung                     |
| 123 | Vorwärtsbewegung                      |
| 124 | Mitteldruckleitung                    |
| 125 | Hochdruckleitung                      |
| 126 | Knotenpunkt                           |
| 128 | Rückschlagventil                      |
| 129 | Sammelbehälter                        |
| 140 | Förderpumpe                           |
| 141 | Druckbegrenzungsventil                |
| 250 | hydraulische Endstufe                 |
| 251 | Gehäuse                               |
| 252 | Mittellage                            |
| 253 | Doppelkopfkolben                      |
| 254 | längsverschieblich                    |
| 255 | erster Kolbenkopf                     |

|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| 256 | zweiter Kolbenkopf              |
| 257 | Kolbenstange                    |
| 258 | erste seitliche Druckkammer     |
| 259 | zweite seitliche Druckkammer    |
| 260 | zentrische Druckkammer          |
| 261 | erste Spiralfeder               |
| 262 | zweite Spiralfeder              |
| 263 | Federrückstellungseinrichtung   |
| 264 | erste Pilotventilöffnung        |
| 265 | zweite Pilotventilöffnung       |
| 266 | erster Pilotventilanschluss.    |
| 267 | zweiter Pilotventilanschluss    |
| 268 | pilotventilseitig               |
| 269 | pilotventilgegenseitig          |
| 270 | Endgeräteanschluss              |
| 271 | Hydraulikfluidanschluss         |
| 272 | Sammelbehälteranschluss         |
| 301 | Antriebsvorrichtung             |
| 304 | Pulverpresse                    |
| 306 | Niedrigdruckspeicher            |
| 307 | Mitteldruckspeicher             |
| 308 | Hochdruckspeicher               |
| 311 | Hydraulikverbindungseinrichtung |
| 314 | erste Druckkammern              |
| 315 | zweite Druckkammern             |
| 321 | Niedrigdruckleitung             |
| 324 | Mitteldruckleitung              |
| 325 | Hochdruckleitung                |
| 326 | Knotenpunkt                     |
| 327 | Hydraulikschliessventil         |
| 328 | Rückschlagventil                |
| 329 | Sammelbehälter                  |
| 380 | Hydraulikzylinder               |
| 381 | Sekundärpressachsen             |
| 382 | 4/3-Wege-Servo-Regelventil      |
| 383 | Ventilausgang                   |

**Patentansprüche**

1. Hydraulische Antriebsvorrichtung (1) für Presskolben (17, 18) von Hydraulikzylindern (2, 3) einer Pulverpresse (4) zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge mit mehr als einer Hydraulikdruckquelle (5) und mit wenigstens einem Hydraulikhauptregelventil (9, 10), bei welcher die Hydraulikdruckquellen (5) über das Hydraulikhauptregelventil (9, 10) an wenigstens einem der Hydraulikzylinder (2, 3) hydraulisch angeschlossen sind und bei welcher wenigstens eine der Hydraulikdruckquellen (5) ein Hydraulikdruckspeicher (6, 7, 8) zum Bereitstellen eines ersten Hydraulikarbeitsdrucks (P0, P1, P2) ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein (6) Hydraulikdruckspeicher (6, 7, 8) unter Umgehung des wenigstens einen Hydraulikhauptregelventils (9, 10) an wenigstens einem der Hydraulikzylinder (2, 3) unmittelbar hydraulisch angeschlossen ist.
2. Hydraulische Antriebsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste (7) der Hydraulikdruckquellen (5) und eine zweite (8) der Hydraulikdruckquellen (5) mit einer gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung (11) an dem wenigstens einen Hydraulikhauptregelventil (9, 10) angeschlossen sind, wobei zwischen der zweiten Hydraulikdruckquelle (8) und dem Hydraulikhauptregelventil (9, 10) ein Hydraulikschliessventil (27) angeordnet ist.
3. Hydraulische Antriebs Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste (7) der Hydraulikdruckquellen (5) und eine zweite (8) der Hydraulikdruckquellen (5) mit einer gemeinsamen Hydraulikverbindungseinrichtung (11) an dem wenigstens einen Hydraulikhauptregelventil (9, 10) angeschlossen sind, wobei die erste Hydraulikdruckquelle (7) von der zweiten Hydraulikdruckquelle (8) mittels eines Rückschlagventils (28) hydraulisch getrennt ist.
4. Hydraulische Antriebs Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwei (7, 8) der Hydraulikdruckquellen (5) als zwei separate Hydraulikdruckspeicher (7, 8) ausgestaltet sind, welche unabhängig voneinander Arbeitsdrücke (P1, P2) als konstante Hydraulikpressdrücke bereitstellen können, wobei die beiden Hydraulikdruckspeicher (7, 8) über das wenigstens eine Hydraulikhauptregelventil (9, 10) an wenigstens einem der Hydraulikzylinder (2, 3) hydraulisch angeschlossen sind.
5. Hydraulische Antriebsvorrichtung (1; 101) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine (7; 107) der beiden Hydraulikdruckquellen (5; 105) einen Hydraulikdruckspeicher (7; 107) und eine (140) der beiden Hydraulikdruckquellen (5; 105) eine Förderpumpe (140) zum Fördern eines konstanten Fördervolumens aufweist, wobei sowohl der Hydraulikdruckspeicher (7; 107) als auch die Förderpumpe (140) über das wenigstens eine Hydraulikhauptregelventil (9, 10; 109, 110) an wenigstens einem der Hydraulikzylinder (2, 3; 102, 103) hydraulisch angeschlossen ist.
6. Hydraulische Antriebsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Hydraulikzylinder (2, 3) ein Hydraulikhauptregelventil (9, 10) vorgeschaltet ist.
7. Hydraulische Antriebs Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine erste Druckkammer (14) wenigstens eines der Hydraulikzylinder (2, 3), insbesondere eine Pressdruckkammer wenigstens eines der Hydraulikzylinder (2, 3), über das Hydraulikhauptregelventil (9, 10) wahlweise mit einem Hydraulikdruckspeicher (7) für einen mittleren Arbeitsdruck (P1) oder mit einem Hydraulikdruckspeicher (8) für einen hohen Arbeitsdruck (P2) hydraulisch verbunden ist.
8. Hydraulische Antriebsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine zweite Druckkammer (15) wenigstens eines der Hydraulikzylinder (2, 3) mit einem Hydraulikdruckspeicher (6) zum Speichern eines niedrigen Arbeitsdrucks (P0) unter Umgehung des wenigstens einen Hydraulikhauptregelventils (9, 10) hydraulisch verbunden ist.
9. Hydraulische Antriebsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikzylinder (2, 3) jeweils einen Hydraulikzylinderkolben (17, 18) umfassen, welcher einen pressdruckkammerseitigen Oberflächenbereich und einen gegenpressdruckkammerseitigen Oberflächenbereich aufweist, wobei der pressdruckkammerseitige Oberflächenbereich grösser ist als der gegenpressdruckkammerseitige Oberflächenbereich.
10. Hydraulische Antriebsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Hydraulikhauptregelventil (9, 10) ein 3/3-Wege-Servo-Regelventil ist.
11. Hydraulische Antriebsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Hydraulikhauptregelventil (9, 10) eine hydraulische Endstufe (250) nach Anspruch 12 oder 13 umfasst.
12. Hydraulische Endstufe (250) eines hydraulischen Servo-Regelventils, gekennzeichnet durch ein Gehäuse (251) mit einer ersten seitlichen Druckkammer (258), mit einer zweiten seitlichen Druckkammer (259), mit einem in einer Mittellage (252) vorgespannten Doppelkopfkolben (253) zwischen den beiden Druckkammern (258, 259) und mit einer zentrischen Druckkammer (260), wobei in der Mittellage (252) der erste Kolbenkopf (255) des Doppelkopfkolbens (253) die erste seitliche Druckkammer (258) von der zentrischen Druckkammer (260) und der zweite Kolbenkopf (256) des Doppelkopfkolbens (253) die zweite seitliche Druckkammer (259) von der zentrischen Druckkammer (260) trennt, wobei die erste seitliche Druckkammer (258) eine erste Pilotventilöffnung (264) zu einem Pilotventil und die zweite seitliche Druckkammer (259) eine zweite Pilotventilöffnung (265) zu dem Pilotventil aufweist, wobei die zentrische

Druckkammer (260) einen Endgeräteanschluss (270) sowie einerseits einen Hydraulikfluidanschluss (271) und einen ersten Pilotventilanschluss (266) und andererseits einen Sammelbehälteranschluss (272) und einen weiteren Pilotventilanschluss (267) aufweist.

13. Hydraulische Endstufe (250) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass einerseits der Hydraulikfluidanschluss (271) und der erste Pilotventilanschluss (266) und/oder andererseits der Sammelbehälteranschluss (272) und der weitere Pilotventilanschluss (267) in Längsrichtung (254) der hydraulischen Endstufe (250) gesehen auf gleicher Höhe, und vorzugsweise auch unmittelbar gegenüberliegend, angeordnet sind.
14. Servo-Regelventil mit einem Pilotventil, gekennzeichnet durch eine hydraulische Endstufe nach einem der Ansprüche 12 oder 13.
15. Pulverpresse (4) zum Herstellen mehrfach gestufter Presslinge umfassend Hydraulikzylinder (2, 3) mit hydraulisch angetriebenen Presskolben (17, 18), gekennzeichnet durch eine hydraulische Antriebsvorrichtung nach (1) einem der Ansprüche 1 bis 11, durch eine hydraulische Endstufe (250) nach Anspruch 12 oder 13 und/oder durch ein Servo-Regelventil nach Anspruch 14.

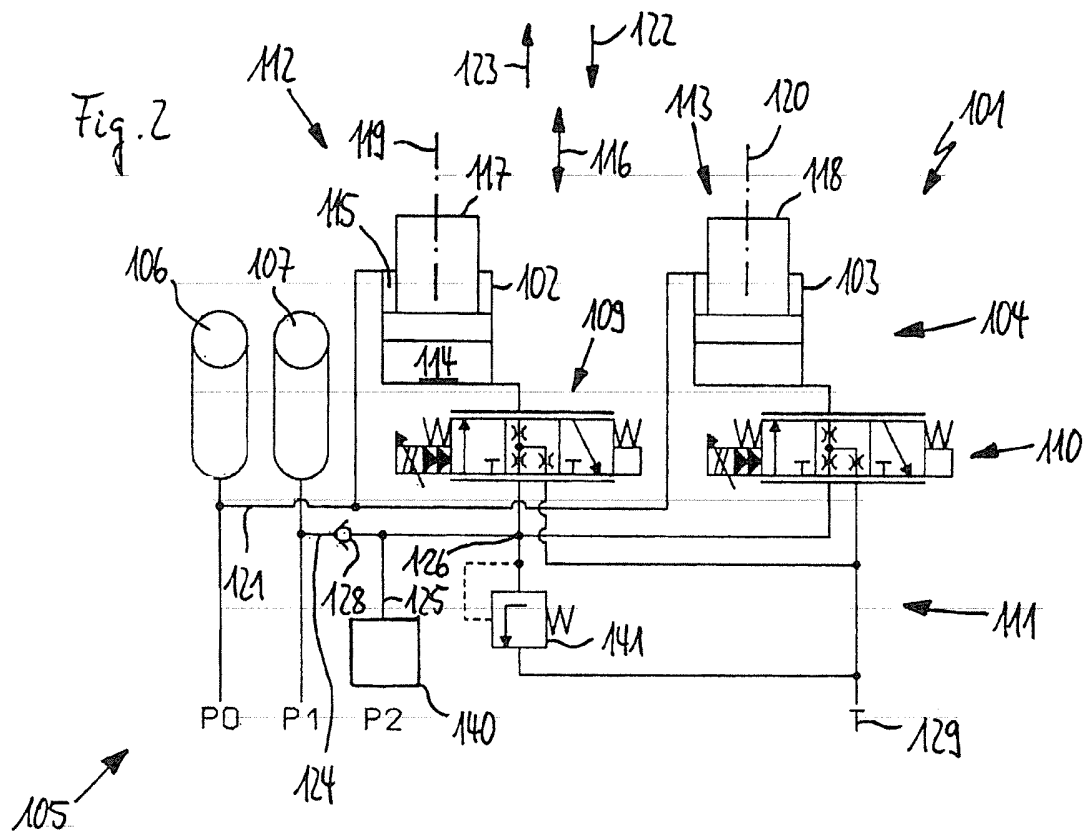
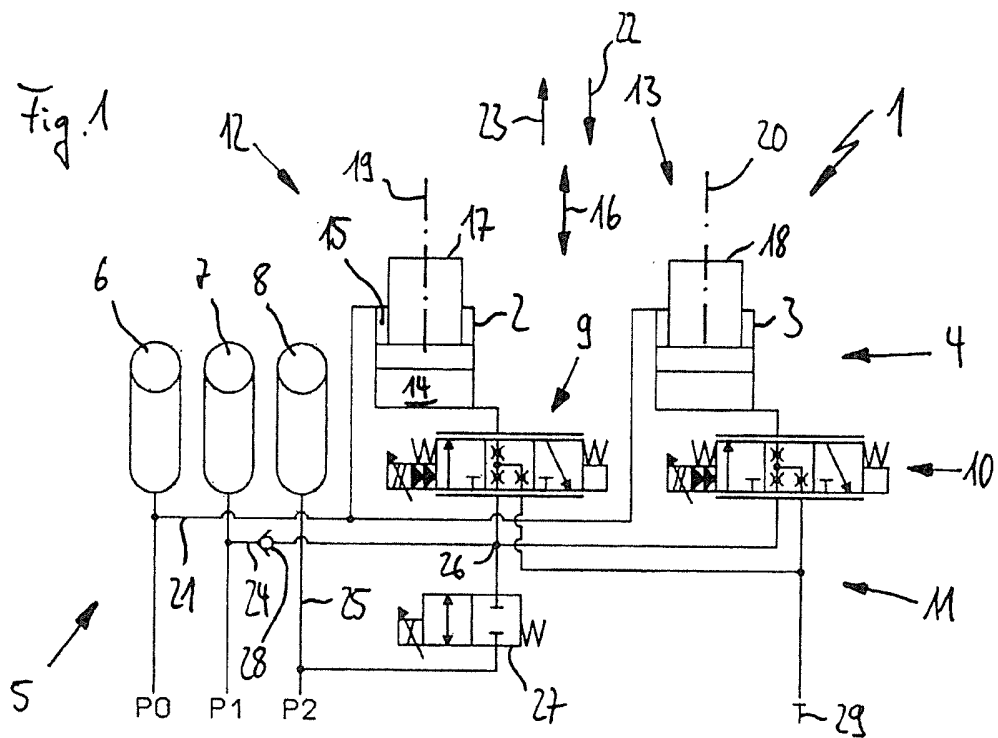


Fig. 3

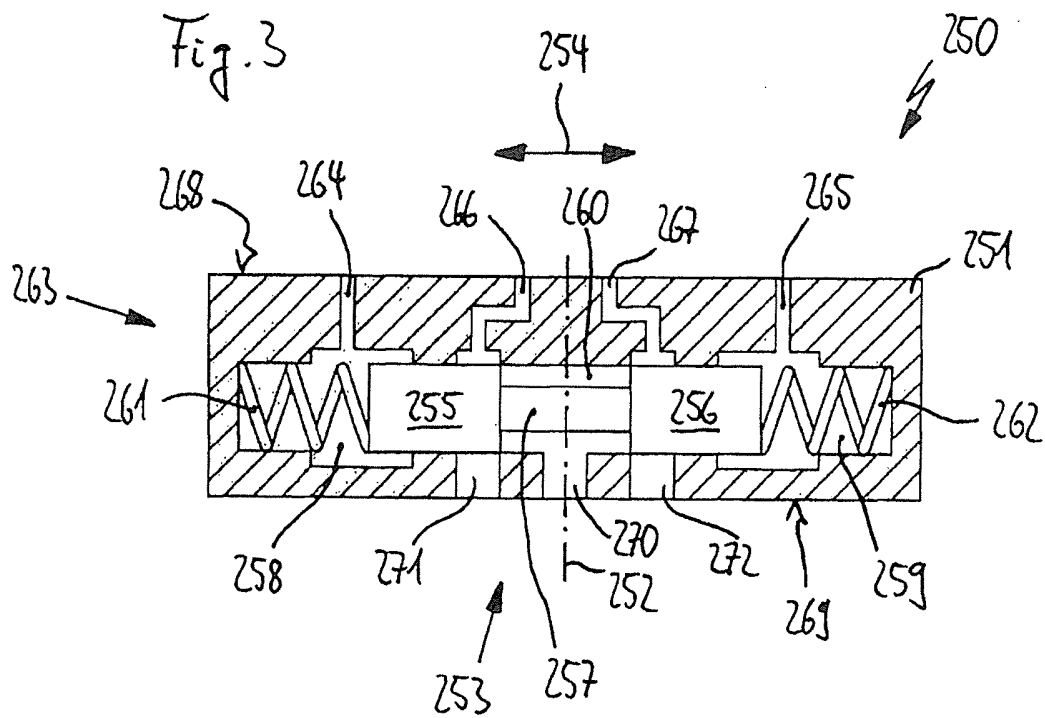


Fig. 4

