



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 205 821.0**  
 (22) Anmeldetag: **17.04.2018**  
 (43) Offenlegungstag: **17.10.2019**

(51) Int Cl.: **F15B 11/036** (2006.01)  
**F15B 1/02** (2006.01)  
**B06B 1/18** (2006.01)  
**E01B 27/16** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

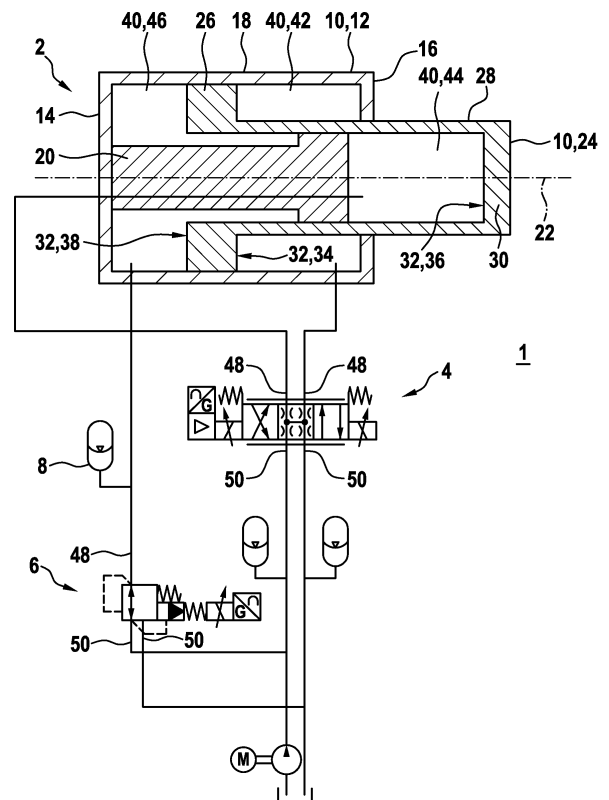
(72) Erfinder:  
**Sandberger, Leopold, Stagatha, AT**

(74) Vertreter:  
**Thürer, Andreas, Dipl.-Phys., 97816 Lohr, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Vibrationsantreiben mit einem Mehrflächenzylinder**

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist die Verwendung eines Mehrflächenzylinders (2, 10 52) als kombinierter Zustellantrieb und Vibrationsantrieb zum effizienten Vibrationsantreiben. Ferner wird eine Fluidschaltung (1) zum effizienten Vibrationsantreiben offenbart, wobei die Schaltung (1) einen Mehrflächenzylinder (2, 10 52), ein erstes Ventil (4), das mit ersten beiden entgegenwirkenden Kolbenflächen (34, 36) eines Kolbens (24) des Mehrflächenzylinders (2, 10 52) verbunden ist, und ein zweites Ventil (6), das mit einer dritten Kolbenfläche (38) verbunden ist, umfasst. Schließlich wird ein Ansteuerverfahren zum Vibrationsantreiben für einen Mehrflächenzylinder (2, 10 52) offenbart, der eine erste Kolbenfläche (34), eine der ersten Kolbenfläche (34) entgegenwirkend angeordnete zweite Kolbenfläche (36) und eine zu der zweiten Kolbenfläche (36) gleichwirkend angeordnete dritte Kolbenfläche (38) aufweist, wobei zum Vibrationsantreiben die Kolbenflächen erste Kolbenfläche (34) und zweite Kolbenfläche (36) abwechselnd mit Druck beaufschlagt werden, und/oder wobei zum Kolbenausfahren die zweite Kolbenfläche (36) und/oder die dritte Kolbenfläche (38) mit Druck beaufschlagt wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft zum Einen eine Verwendung eines Zylinders zum Vibrationsantreiben. Zum Anderen betrifft die Erfindung eine Fluidschaltung zum Vibrationsantreiben umfassend einen Zylinder. Zum Nächsten betrifft die Erfindung ein Ansteuerverfahren für einen vibrationsantreibbaren Zylinder.

**[0002]** Im Gleisbau werden Gleisbetten aus Schotter oder dergleichen zur Unterlage von Schwellen verwendet. Zur Herstellung und/oder zur Wiederaufbereitung wird der Schotter unter die Schwellen gedrückt („gestopft“), und werden somit die Gleise gehoben. Dabei werden Stopfaggregate verwendet, welche mit einem Stopfwerkzeug, wie einen Stopfpickel, oder einem Stopfwerkzeugpaar in den Schotter einstecken, und welche dann mit einer beispielsweise schwenkenden Bewegung („Beistellen“ bzw. „Zustellen“ bzw. „Einschwenken“) den Schotter unter die jeweilige Schwelle schieben. Ein Vibrieren bzw. Schwingen bzw. Oszillierendes Werkzeugs ist dabei von doppeltem Nutzen, um einerseits ein Eindringen des Werkzeugs in den Schotter zu erleichtern, und andererseits eine verfestigende Verdichtung des Schotters zu erreichen. Ein Vibrationsantrieb, wie ein fluidischer Vibrationsantrieb, dient dabei zum Antreiben zumindest eines Stopfwerkzeugs.

**[0003]** Die WO 2014 / 127393 A1 nennt als Stand der Technik, für Stopfwerkzeuge einen Hydraulikzylinder für eine Zustellbewegung und einen Hydraulikzylinder für eine Vibrationsbewegung mechanisch in Reihe zu schalten, wobei daran neben einem hohen Wartungsaufwand auch nachteilig sei, dass eine Amplitudengröße nicht frei einstellbar sei.

**[0004]** Dieselbe WO 2014/127393 A1 offenbart gattungsbildend, einen einzelnen Hydraulikzylinder, wie einen Differentialzylinder, mit einem Wegsensor zum Bestimmen der Hydraulikzylinderstellung vorzusehen, wobei der Hydraulikzylinder wegsensorsignalabhängig als Beistellantrieb und als Schwingungsantrieb angesteuert wird, wobei zur Betätigung bevorzugt zumindest ein Servo- oder Proportionalventil vorgesehen wird.

**[0005]** Diese Konstruktion führt zu hohen Anforderungen an das Regelventil: Beispielsweise bei einem Vibrieren eines Differentialzylinders ist zum Erreichen gleicher Kräfte an beiden Kolbenseiten eine betragsmäßig größere Ventilauslenkung zum Druckbeaufschlagung der Kolbenstangenseite notwendig. Beispielsweise bei gleichzeitigem Vibrieren und überlagerten Kolbenausfahren ist eine fluidmengenmäßig größere Ventilöffnung zum Fluidversorgen der stangenabgewandten Kolbenseite notwendig. Mithin hat die vorstehende Konstruktion nachteilhaft einen Zielkonflikt bzw. eine regelungsseitige Ungleichheit zur Folge.

**[0006]** Die genannte Konstruktion führt weiters zu einem schlechten Wirkungsgrad. Fluide sind kompressibel. Neben den als „kompressiblen Fluiden“ angesehenen Gasen weisen auch die als „inkompressible Fluide“ bezeichneten Flüssigkeiten eine Elastizität auf; beispielsweise kann man für Mineralöle einen Kompressibilitätsfaktor von 0,7% bis 0,8% pro 100bar annehmen. Hieraus folgt für die vorstehende Konstruktion mit einem einzelnen Hydraulikzylinder in Differentialzylinderbauweise, dass zum Erzeugen der Vibration das gesamte Fluidvolumen in der jeweiligen Zylinderkammer, also das Volumen für die Kolbenausfahrbewegung zusätzlich zu dem Vibrationsvolumen, je Vibrationszyklus einmal unter Energieeinsatz komprimiert (und entspannt) werden muss.

**[0007]** Die WO 2016 / 054667 A1 offenbart eine Gleisstopfmaschine mit zwei voneinander unabhängig quer verlagerbaren Stopfaggregaten, welche Beistellzylinder zum Schwenken von Stopfarmen zum Verdichten von Schotter tragen.

**[0008]** Die EP 2 902 546 A1 offenbart eine Schotterbettungsverdichtungsanordnung, welche an einem Maschinenrahmen ein Stabilisationsaggregat vorsieht, das zum Umgreifen eines Schienenkopfes ausgestattet ist. Durch ein Schwingen des Stabilisationsaggregats mittels eines hydraulischen Zylindervibrators wird ein horizontales Schwingen des Gleises erreicht, was zu einer Setzung des Gleises auf dem Schotterbett führt.

## Offenbarung der Erfindung

**[0009]** Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Vibrationsantrieb mit einem hohen Wirkungsgrad zu schaffen. Aspekte der Serienfertigung und/oder Aspekte des produktiven Einsatzes, wie eine Herstellbarkeit mit geringem Aufwand, eine Wartbarkeit mit geringem Aufwand und/oder ein geringer Bauraumbedarf, können mit Vorteil Berücksichtigung finden.

**[0010]** Bezüglich der Verwendung eines Zylinders zum Vibrationsantreiben wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Bezüglich der Fluidschaltung zum Vibrationsantreiben wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 4 gelöst. Bezüglich des Ansteuerverfahrens zum Vibrationsantreiben wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 9 gelöst. Vorteilhaftige Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Auch wenn nachstehend einzelne Merkmale beispielsweise redundanzvermeidend nur für die erfindungsgemäße Verwendung, die erfindungsgemäße Fluidschaltung oder das erfindungsgemäßen Ansteuerverfahren beschrieben sein sollten, sind diese Merkmale dennoch übertragbar.

**[0011]** Beim erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verwenden eines Mehrflächenzylinders als einen kombinierten Zustellantrieb und Vibrationsantrieb, beispielsweise zum Antreiben eines Stopfpickels, ist vorteilhaft jeder Funktion (wie Zustellbewegung, Vibration in erste Richtung, Vibration in Gegenrichtung und dergleichen) eine Fluidkammer zuordenbar, sodass jede Funktion optimiert, wie wirkungsgradoptimiert, entworfen und/oder angesteuert werden kann. Ein weiterer Vorteil ist, dass in einen Mehrflächenzylinder als eine einzelne Baugruppe mehrere Funktionen integrierbar sind, sodass einerseits ein Montageaufwand bei der Herstellung und bei der Wartung reduziert werden kann, und andererseits Bauraum gespart bzw. für andere Funktionen, wie eine größere Kolbenfläche und/oder einen längeren Kolbenausfahrweg, verwendet werden kann. Handelt es sich um einen kolbenausfahrenden Zustellantrieb, kann eine hohe Ausfahrkraft erreicht werden.

**[0012]** Unter einem Mehrflächenzylinder kann ein Fluidzylinder verstanden werden, an dessen Kolben zumindest drei fluidisch wirksame Kolbenflächen vorhanden sind. Die Kolbenflächen können beispielsweise über nicht miteinander fluidisch kommunizierende Zylinderkammern bzw. Fluidkammern druckbeaufschlagbar sein.

**[0013]** Weiterbildend wird vorgeschlagen, einen Eilgangzylinder als Mehrflächenzylinder zu verwenden. Ein Eilgangzylinder kann beschrieben werden, als dass dieser zumindest eine Kolbenstangen-seitige Ringkolbenfläche, eine entgegen gerichtete bzw. Kolbenstangen-abgewandte Ringkolbenfläche und eine Kolbenstangen-abgewandte Kreiskolbenfläche aufweist, wobei die stangenabgewandten Kolbenflächen baulich getrennt nicht fluidisch kommunizieren.

**[0014]** Ebenfalls weiterbildend wird vorgeschlagen, einen Tandemzylinder als Mehrflächenzylinder zu verwenden. Ein Tandemzylinder kann beschrieben werden als ein Fluidzylinder, an dessen Kolbenstange in Längsrichtung versetzt zumindest zwei Kolbenböden angeordnet sind, wobei zwei zueinander weisende und hintereinander angeordnete Kolbenflächen baulich getrennt nicht fluidisch kommunizieren.

**[0015]** Ein bevorzugtes Fluid ist eine Hydraulikflüssigkeit wegen der höheren erreichbaren Drücke, insbesondere eine Hydraulikflüssigkeit für mobile Anwendung wegen der biologischen Abbaubarkeit.

**[0016]** Weiterbildend wird die Verwendung eines Mehrflächenzylinders vorgeschlagen, wobei dem Zustellantrieb und dem Vibrationsantrieb in Zustellrichtung jeweils zumindest eine Kolbenfläche zugeordnet ist. Auf diese Weise kann beispielsweise ein anzutreibender Stopfpickel konstruktiv einfach mit hoher Kraft in ein Schotterbett eingetrieben werden. Vorzugsweise sind diese zumindest zwei Kolbenflächen fluidisch

separat. Zwei fluidisch separate Kolbenflächen sind, auch hydrostatisch, und vorzugsweise über den gesamten Kolbenhub, mit unterschiedlichen Druckniveaus beaufschlagbar, sie sind nicht fluidisch kommunizierend.

**[0017]** Vorgeschlagen wird auch eine Verwendung eines Mehrflächenzylinders wie vorstehend, wobei dem Vibrationsantrieb ein vibrierbares Ventil zugeordnet ist, sodass durch ein Vibrationsanregen des Ventils das Vibrationsantreiben steuerungstechnisch einfach und zuverlässig umsetzbar ist. Weiterbildend kann die Verwendung eines dem Zustellantrieb zugeordneten Ventils vorgesehen sein, wobei die Ventile separat bzw. voneinander unabhängig sind, um das Vibrationsantreiben und das Zustellantrieb getrennt optimieren, wie wirkungsgradoptimieren, zu können.

**[0018]** Unabhängig beanspruchbar vorgeschlagen wird auch, ein Verwenden eines mit einer Zylinderkammer eines Fluidzylinders verbundenen, wie fluidisch kommunizierend verbundenen, Druckspeichers vorgeschlagen. Der fluidisch kommunizierend angeschlossene Druckspeicher kann die Kompression des Fluids in der angeschlossenen Zylinderkammer hemmen, so dass eine das Fluid komprimierende Energie wirkungsgraderhöhend gespart werden kann. Dieser Vorteil wird bei allen Zylinderbauformen, wie beispielsweise einem Plungerzylinder mit externem Vibrationsantrieb oder einem Differentialzylinder mit vibrierender Druckbeaufschlagung, erreicht. Aus gleichem Grund wird ebenfalls unabhängig beanspruchbar vorgeschlagen eine Verwendung eines Druckspeichers, der mit einer Zylinderkammer eines durch einen Kolben in zumindest zwei Zylinderkammern unterteilten Fluidzylinders verbunden, wie fluidisch kommunizierend verbunden, ist.

**[0019]** Eine Fluidschaltung zum Vibrationsantreiben, wie zum Antreiben eines Stopfpickels, umfasst erfindungsgemäß einen Mehrflächenzylinder, ein erstes Ventil und ein zweites Ventil. Das erste Ventil ist mit ersten beiden entgegenwirkenden bzw. entgegenwirkend angeordneten Kolbenflächen eines Kolbens des Mehrflächenzylinders verbunden, wie kommunizierend verbunden. Dabei kann das erste Ventil über separate Anschlüsse und/oder Leitungen mit den ersten beiden Kolbenflächen verbunden sein. Eine Verbindung, wie eine kommunizierende Verbindung eines Ventils und einer Kolbenfläche kann bedeuten, dass das Ventil ventilstellungsabhängig zum Druckbeaufschlagen (einschließlich eines Unterdruckbeaufschlagens) angeordnet und mit dem Zylinder verbunden ist. Das zweite Ventil ist mit einer dritten Kolbenfläche verbunden, wie kommunizierend verbunden. Die erfindungsgemäße Schaltung hat den Vorteil, dass die Kolbenflächen des Mehrflächenzylinders und/oder die Ventile optimiert, wie wirkungsgradoptimiert, ausgelegt sein können.

**[0020]** Wenn die dritte Kolbenfläche eine druckbeaufschlagt kolbenausfahrend wirkende Kolbenfläche ist, steht durch Druckbeaufschlagen der dritten Kolbenfläche und der gleichwirkend angeordneten Kolbenfläche der ersten beiden Kolbenflächen eine insgesamt hohe Kraft, beispielsweise für ein mit einer Zustellbewegung einhergehendes Eindringen des anzutreibenden Stopfpickels in ein Schotterbett, zur Verfügung.

**[0021]** Bei einer besonders einfach anzusteuern Konstruktion weisen die ersten beiden Kolbenflächen jeweils eine zumindest etwa gleich große wirksame Kolbenfläche auf. So wird durch die betragsmäßig gleich großen Flächen beim Kolbenverlagern ein etwa gleich großer Volumenstrom in/aus der jeweiligen Zylinderkammer erreicht.

**[0022]** Wenn ein Druckspeicher mit der dritten Kolbenfläche kommunizierend verbunden ist, hat dies mehrere Vorteile. Zum Einen kann wirkungsgraderhöhend eine Kompression des Fluids in der zu der dritten Kolbenfläche gehörenden Zylinderkammer durch eine Kompression (beispielsweise einer Gasblase) und/oder Ausgleichsbewegung (beispielsweise eines federvorgespannten Druckspeicherbodens) und/oder dergleichen in/an dem Druckspeicher ersetzt werden. Zum Anderen kann durch eine entsprechende Dimensionierung des Druckspeichers (beispielsweise eines Gasblasevolumens und/oder eines Druckspeicherbodenverfahrens) eine Minimalamplitude und/oder eine Maximalamplitude der Vibrationsbewegung sichergestellt und/oder optimiert, wie wirkungsgradoptimiert und/oder funktionsoptimiert, werden.

**[0023]** Ist das erste Ventil ein vibrierbares Regelventil, erleichtert dies eine Vibrationsbewegung des Kolbens und damit des anzutreibenden Stopfpickels. Bevorzugte Regelventilbauformen umfassen ein Proportionalventil und/oder ein Servoventil. Vorzugsweise ist das Regelventil mit einer Ansteuereinrichtung zum Vibrationvorgeben verbunden, um eine nach Amplitude und/oder Frequenz und/oder Energie vorgebbare Vibration zu bewirken. Das Regelventil kann also oszillierend beaufschlagt werden. Beispielsweise ist das Regelventil ein elektrisch und/oder hydraulisch und/oder pneumatisch ein- und/oder zweistufig vorgesteuertes Ventil.

**[0024]** Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung sind die Fluidschaltung und insbesondere der Mehrflächenzylinder und das erste Ventil dazu geeignet, mit einer Frequenz von bis zu etwa 50 Hz, bevorzugter mit einer Frequenz von bis zu etwa 40 Hz, noch bevorzugter mit einer Frequenz von bis zu etwa 35 Hz, und/oder mit einer Frequenz von etwa 25 bis etwa 40 Hz zu schwingen. Diese Frequenzbereiche sind für ein Verdichten eines Schotterbetts erfahrungsgemäß besonders vorteilhaft geeignet.

**[0025]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die Hydraulikschaltung und insbesondere der Mehrflächenzylinder und das erste Ventil dazu geeignet, dass der Kolben relativ zum Zylindergehäuse mit einer Amplitude bis etwa 6 mm, bevorzugter bis etwa 3 mm, noch bevorzugter von mindestens etwa 3 mm, und/oder am bevorzugtesten bis etwa 2 mm schwingt. Diese Vibration fördert erfahrungsgemäß ein rasches und effizientes Verdichten eines Schotterbetts.

**[0026]** Weiterbildend weist die Fluidschaltung eine Messeinrichtung zum Messen des Fluiddrucks im/am Zylinder und/oder im/am ersten Ventil auf. Durch ein Messen des (vibrierenden) Fluiddruckverlaufs kann beispielsweise eine Schotterbettverdichtung geprüft werden.

**[0027]** Unabhängig beanspruchbar ist eine Fluidschaltung zum Vibrationsantreiben umfassend einen durch einen Kolben in zumindest zwei Zylinderkammern unterteilten Fluidzylinder und zumindest ein zum Druckbeaufschlagen zumindest einer der Kammern angeordneten und/oder fluidisch kommunizierend verbundenen und/oder angeschlossenen Ventil, wie ein vibrierbares Ventil, wobei ein Druckspeicher mit zumindest einer der Zylinderkammern, insbesondere der kolbenflächengrößeren Zylinderkammer, fluidisch kommuniziert. Der fluidisch kommunizierend angeschlossene Druckspeicher kann die Kompression des Fluids in der angeschlossenen Zylinderkammer hemmen, so dass eine das Fluid komprimierende Energie Wirkungsgraderhöhend gespart werden kann. Dieser Vorteil ist also nicht nur bei Mehrflächenzylindern, sondern auch bei Differenzialzylindern und dergleichen erzielbar. Der Druckspeicher kann konstruktiv einfach volumenausgleichend ausgeführt sein. Der Druckspeicher kann mit Vorteil Kolbenflächendifferenzausgleichend dimensioniert sein, um eine unsymmetrische Fluidkompression zu hemmen.

**[0028]** Ein erfindungsgemäßes Ansteuerungsverfahren zum Vibrationsantreiben, beispielsweise eines Stopfpickels, ist vorgesehen für einen Mehrflächenzylinder, der eine erste Kolbenfläche, eine der ersten Kolbenfläche entgegenwirkend angeordnete, und vorzugsweise fluidisch getrennte, zweite Kolbenfläche und eine zu der zweiten Kolbenfläche gleichwirkend angeordnete, und vorzugsweise fluidisch getrennte, dritte Kolbenfläche aufweist.

**[0029]** Das erfindungsgemäße Ansteuerungsverfahren kann beinhalten, zum Vibrationsantreiben die Kolbenflächen erste Kolbenfläche und zweite Kolbenfläche abwechselnd mit Druck zu beaufschlagen. Der Druck kann ein Unterdruck oder bevorzugt ein Überdruck bezüglich des an der jeweils anderen der beiden Kolbenflächen anliegenden Druckniveaus sein. Dieser Verfahrensschritt bewirkt vorteilhaft ei-

nen Kraftauf-und-Abbau zum Verfestigen beispielsweise eines Schotterbetts.

**[0030]** Das erfindungsgemäße Ansteuerungsverfahren kann beinhalten, zum Kolbenausfahren (oder alternativ zum Kolbeneinfahren) die zweite Kolbenfläche und/oder die dritte Kolbenfläche mit Druck zu beaufschlagen. Der Druck kann ein Unterdruck oder bevorzugt ein Überdruck sein, siehe oben. Dieser Verfahrensschritt bewirkt vorteilhaft ein Verlagern eines An-koppelpunkts der Kolbenstange relativ zum Zylinder-gehäuse, um beispielsweise ein Eindringen eines an-zutreibenden Stopfpickels in ein Schotterbett voran-zutreiben.

**[0031]** Das erfindungsgemäße Ansteuerungsverfahren kann beinhalten, zum Vibrationsantreiben die Kolbenflächen erste Kolbenfläche und zweite Kolbenfläche abwechselnd bzw. oszillierend mit Druck zu beaufschlagen, und zum Kolbenausfahren oder Kolbeneinfahren die zweite Kolbenfläche und/oder die dritte Kolbenfläche mit Druck zu beaufschlagen. Zum Druck siehe oben. Dieser Verfahrensschritt bewirkt ein gleichzeitiges bzw. überlagertes Kolbenaus/einfahren und Vibrationsantreiben, sodass beispielsweise ein konstant fortschreitendes Verdichten eines Schotterbetts unter Zeitersparnis möglich wird.

**[0032]** Weiterbildend kann das Ansteuerungsverfahren für den Mehrflächenzylinder, wobei die Kolbenflächen erste Kolbenfläche und zweite Kolbenfläche mit einem ersten Ventil bzw. jeweils mit Arbeitsanschlüssen eines ersten Ventils verbunden, wie kommunizierend verbunden, sind, geeignet sein. Dabei kann das Ansteuerungsverfahren bei dem Schritt des Vibrationsantreibens ein Vibrieren bzw. Oszillieren eines Schiebers des Ventils enthalten. Hierdurch kann in steuerungstechnisch einfacher und zuverlässiger Weise eine Vibration nach Amplitude und/oder Frequenz und/oder Energie vorgegeben werden.

**[0033]** Das Ansteuerungsverfahren kann zum gleichzeitigen Vibrationsantreiben und Kolbenausfahren enthalten, sowohl die dritte Kolbenfläche mit Druck zu beaufschlagen, als auch das erste Ventil um einen verschobenen Nullpunkt zu vibrieren. Der Verfahrensschritt enthält somit zwei parallele Schritte, welche vorzugsweise voneinander unabhängig vornehmbar sind, wie betragsmäßig unabhängig vornehmbar und/oder voneinander unabhängig beginnbar und endbar sind. Im Gegensatz zum Stand der Technik, wobei eine einzelne Zylinderkammer gleichzeitig zum Kolbenverlagern und Vibrationsantreiben mit Druck beaufschlagt wird, ermöglichen die zwei parallelen Schritte beispielsweise ein konstant fortschreitendes Verdichten eines Schotterbetts durch Vornehmen zweier relativ einfacher Steuerungsaktionen.

**[0034]** Besonders steuerungstechnisch einfach und zuverlässig wird das Ansteuerungsverfahren für den Mehrflächenzylinder, wobei die Kolbenflächen erste Kolbenfläche und zweite Kolbenfläche jeweils eine gleich große wirksame Kolbenfläche aufweisen, und wobei die Vibration gemäß einer Nullpunkt-symmetrischen Funktion, wie einer solchen Sinusfunktion, vorgegeben wird.

**[0035]** Ein Ansteuern mit einer Nullpunkt-symmetrischen Funktion, insbesondere Sinusfunktion, ist besonders gleichmäßig und skalierbar.

#### Figurenliste

**[0036]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** einen Teil eines Schaltplans einer erfindungsgemäßen Fluidschaltung zum Vibrationsantreiben beispielsweise eines Stopfpickels gemäß einer ersten Ausführungsform,

**Fig. 2** einen Teil eines Schaltplans einer erfindungsgemäßen Fluidschaltung zum Vibrationsantreiben beispielsweise eines Stopfpickels gemäß einer zweiten Ausführungsform, und

**Fig. 3** einen Teil eines Schaltplans einer erfindungsgemäßen Fluidschaltung zum Vibrationsantreiben beispielsweise eines Stopfpickels gemäß einer Variante der zweiten Ausführungsform.

**[0037]** Die **Fig. 1** zeigt eine erste Ausführungsform der Erfindung. Eine Fluidschaltung **1** zum Vibrationsantreiben umfasst vorliegend einen als Ganzes mit **2** bezeichneten Mehrflächenzylinder bzw. Mehrflächen-Fluidzylinder, ein Vibrationsventil **4** als erstes Ventil, ein Ausfahrventil **6** als zweites Ventil und einen Druckspeicher **8**.

**[0038]** Der Mehrflächenzylinder **2** ist bei der ersten Ausführungsform ein Eilgangzylinder **10**. Er weist ein Zylindergehäuse **12** mit einer je endseitig mit einem Zylinderboden **14** und einem Zylinderdeckel **16** abgeschlossenen Zylinderwand **18** und mit einem dazu konzentrischen und Zylinderboden-festen Stempel **20** auf. Darin ist entlang einer durch die Zylinderwand **18** definierten Längsachse **22** verlagerbar ein Kolben **24** mit einem ringförmigen Kolbenboden **26**, einer daran anschließenden hohlzylindrischen Kolbenstange **28** und einem axial endseitigen Kolbenstangenboden **30** aufgenommen.

**[0039]** Der Eilgangzylinder **10** weist drei zum axialen Kolbenverlagern wirksam angeordnete Kolbenflächen auf, die gemeinsam mit **32** bezeichnet werden. Eine erste Kolbenfläche **34** befindet sich an der Seite der Kolbenstange **28** an dem Kolbenboden **26**. Eine

zweite Kolbenfläche **36** befindet sich dem Stempel **20** zugewandt innen an dem Kolbenstangenboden **30**.

**[0040]** Eine dritte Kolbenfläche **38** befindet sich an der der Kolbenstange **28** abgewandten Seite an dem Kolbenboden **26**.

**[0041]** Die Kolbenflächen **32** begrenzen jeweils axial eine Kammer **40**. Eine erste Kammer **42** wird vorliegend durch die erste Kolbenfläche **34**, die Zylinderwand **18**, den Zylinderdeckel **16** und die Kolbenstange **28** definiert. Ein Überdruck in der ersten Kammer **42** wirkt auf die erste Kolbenfläche **34** zum Einfahren der Kolbenstange **28**. Eine zweite Kammer **44** wird vorliegend durch die zweite Kolbenfläche **36**, die Kolbenstange **28** und den Stempel **20** definiert. Ein Überdruck in der zweiten Kammer **44** wirkt auf die zweite Kolbenfläche **36** zum Ausfahren der Kolbenstange **28**. Eine dritte Kammer **46** wird vorliegend durch den Kolben **24**, die Zylinderwand **18**, den Zylinderboden **14** und den Stempel **20** definiert. Ein Überdruck in der dritten Kammer **46** wirkt auf die dritte Kolbenfläche **38** zum Ausfahren der Kolbenstange **28**.

**[0042]** Das Vibrationsventil **4** ist ein vorgebar vibrierbares Ventil. Es ist als 4/3-Wegeventil mit je zwei Arbeitsanschlüssen **48** und Versorgungsanschlüssen **50** versehen. Beispielsweise ist es ein proportionales Schieberventil, und weist es eine elektrische ansteuerbare Vorsteuereinrichtung auf, welche den (nicht dargestellten) Schieber auslenken kann, wie beispielsweise zu bevorzugt symmetrischen Schwingung um einen einstellbaren Arbeitspunkt / Nullpunkt anregen kann. Ein Arbeitsanschluss **48** des Vibrationsventils **4** kommuniziert fluidisch mit der ersten Kammer **42**. Der andere Arbeitsanschluss **48** des Vibrationsventils **4** kommuniziert fluidisch durch den Stempel **20** hindurch mit der zweiten Kammer **44**.

**[0043]** Das Ausfahrventil **6** ist ein schaltbares Ventil, beispielsweise ein vorgesteuertes Druckbegrenzungsventil mit zwei Versorgungsanschlüssen **50** und einem Arbeitsanschluss **48**, der mit der dritten Kammer **46** fluidisch kommuniziert.

**[0044]** Der Druckspeicher **8** kommuniziert fluidisch mit der dritten Kammer **46**. Beispielsweise zweigt der Druckspeicher **8** von der Leitung zwischen dem Ausfahrventil **6** und dritten Kammer **46** ab.

**[0045]** Zum Vibrationsantreiben des Kolbens **24** wird das Vibrationsventil **4** vibriert, sodass die Kammern **42** und **44** abwechselnd mit einer Frequenz von bis zu 35 Hz mit Fluiddruck beaufschlagt werden. Zum Beispiel wird in jeder Periode in jeder der Kammern **42**, **44** einmal Fluiddruck aufgebaut und abgebaut. Dabei wird der Kolben **24** beispielsweise um eine Amplitude von bis zu 2mm relativ zu dem Zylindergehäuse verlagert. Die Kolbenbewegung pumpt das Fluid zwischen der dritten Kammer **46** und dem Druck-

speicher **8** dabei hin und her. Da die Kolbenflächen **34**, und **36** gleich groß sind, wird eine symmetrische Schwingung des Scheibers des Vibrationsventils um einen Nullpunkt zum Druckbeaufschlagen der Kammern **42**, **44** ermöglicht.

**[0046]** Zum Ausfahren des Kolbens **24** wird beispielsweise über das Ausfahrventil **6** der dritten Kammer **46** unter Druck Fluid zugeführt, wird über das Vibrationsventil **4** der zweiten Kammer **44** unter Druck Fluid zugeführt, und wird über das Vibrationsventil **4** aus der ersten Kammer **42** Fluid abgeführt.

**[0047]** Zum gleichzeitigen Ausfahren und Vibrationsantreiben des Kolbens **24** wird über das Ausfahrventil **6** der dritten Kammer **46** unter Druck Fluid zugeführt. Der Nullpunkt des Vibrationsventils und die Amplitude der Schwingung des Schiebers des Vibrationsventils **4** werden so verschoben, dass einerseits in jeder Periode in jeder der Kammern **42**, **44** einmal Fluiddruck aufgebaut und abgebaut wird, und dass andererseits verglichen mit dem Volumenstrom in die erste Kammer **42** ein dem Volumenstrom in die dritte Kammer **46** Kolbenwegentsprechender Volumenstromüberschuss in die zweite Kammer **44** strömt.

**[0048]** Beispielsweise ist das Zylindergehäuse an einen (nicht dargestellten) Maschinenrahmen oder dergleichen gekoppelt, wie fest gelagert, angelenkt und/oder verschwenkbar gelagert, und ist der Kolben an einen (nicht dargestellten) anzutreibenden Stopfpickel gekoppelt, wie fest gelagert, angelenkt und/oder verschwenkbar gelagert. Da die Masse des Zylinderkolbens üblicherweise kleiner als die Masse des Zylindergehäuses ist, ist diese Konstruktion energetisch günstig, und hat daher einen hohen Wirkungsgrad.

**[0049]** Gemäß einer (nicht dargestellten) Variante bilden der Mehrflächenzylinder **2**, die Ventile **4** und **6** und der Druckspeicher **8** eine kompakte Baugruppe, sodass Bauraum gespart werden kann, und zur Produktivzeiterhöhung die gesamte Baugruppe gegen eine Ersatzbaugruppe tauschbar ist.

**[0050]** Gemäß einer (nicht dargestellten) Variante der ersten Ausführungsform ist beispielsweise aus bauraumlichen Erwägungen heraus und/oder bei anderen Massenverhältnissen eine zylindergehäuse-seitige Kopplung an den Stopfpickel und eine kolbenstangenseitige Kopplung an den Maschinenrahmen vorgesehen.

**[0051]** Die Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung. Diese unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform zumindest dadurch, dass der Mehrflächenzylinder **2** ein Tandemzylinder **52** ist. Dieser weist in dem Zylindergehäuse **12** axial etwa mittig zwischen dem Zylinderboden **14** und dem Kolbenstangen-seitigen axialen Ende des Zylindergehäuses **12** einen an der Zylinderwand **18** festge-

legten, ringförmigen Zylinderzwischenboden **54** auf, welcher den Zylinder **2** in zwei axial hintereinander angeordnete Zylinderarbeitsräume **56** teilt. Der Kolben **24** umfasst zueinander festgelegt neben dem im Zylinderboden-nahen Zylinderarbeitsraum **56** fluiddicht axial verlagerbaren, scheibenförmigen Kolbenboden **26** und der im Zylinderzwischenboden **54** fluiddicht gelagerten Kolbenstange **28** einen im Zylinderbodenfernen Arbeitsraum **56** fluiddicht axial verlagerbaren Kolbenzwischenboden **58**.

**[0052]** Die Kolbenflächen **32** begrenzen jeweils axial eine Kammer **40**. Die erste Kammer **42** wird durch die erste Kolbenfläche **34**, die Zylinderwand **18**, den Zylinderzwischenboden **54** und die Kolbenstange **28** definiert. Ein Überdruck in einer ersten Kammer **42** wirkt auf die erste Kolbenfläche **34** zum Einfahren der Kolbenstange **28**. Die zweite Kolbenfläche **36** befindet sich Zylinder(zwischen)boden-seitig an dem Kolbenzwischenboden **58**. Die zweite Kammer **44** wird durch die zweite Kolbenfläche **36**, die Zylinderwand **18**, die Kolbenstange **28** und Zylinderzwischenboden **54** definiert. Ein Überdruck in der zweiten Kammer **44** wirkt auf die zweite Kolbenfläche **36** zum Ausfahren der Kolbenstange **28**. Die dritte Kammer **46** wird durch den Kolben **24**, die Zylinderwand **18** und den Zylinderboden **14** definiert. Ein Überdruck in der dritten Kammer **46** wirkt auf die dritte Kolbenfläche **38** zum Ausfahren der Kolbenstange **28**. Die Kolbenflächen **34** und **36** sind gleich groß. Ein Raum zwischen dem Kolbenzwischenboden **58** und dem Kolbenstangen-seitigen axialen Ende des Zylindergehäuses **12** ist vorzugsweise entlüftet.

**[0053]** Die **Fig. 3** zeigt eine Variante der zweiten Ausführungsform. Eine vierte Kolbenfläche **62** befindet sich Zylinderdeckel-seitig an dem Kolbenzwischenboden **58**. Eine vierte Kammer **60** wird durch die vierte Kolbenfläche **62**, die Zylinderwand **18**, den Zylinderdeckel **16** und die Kolbenstange definiert. Ein Überdruck in der vierten Kammer **60** wirkt auf die vierte Kolbenfläche **62** zum Einfahren der Kolbenstange **28**. Das Ausfahrventil **6** ist ein Ein-/Ausfahrventil, wie ein gesteuertes 4/3-Wegeventil. Gegenüber der Grundvariante der zweiten Ausführungsform kann mehr Fluiddruck zum Einfahren auf die Kolbenstange aufgebracht werden, beispielsweise um ein schwereres Anbaugerät einzufahren, oder zum Anheben einer Schiene.

**[0054]** Die vierte Kammer **60** kommuniziert dabei mit einem Druckspeicher **8**, um ein wirkungsgradverbessertes Vibrieren des Kolbens **24** zu ermöglichen.

**[0055]** Eine nicht dargestellte Untervariante beinhaltet anstelle der Druckspeicher **8** oder diese ergänzend einen zwischen zwei etwa gleich großen Ausgleichskammern verlagerbaren Ausgleichskolben (Ausgleichselement, wie auch Ausgleichsmembran), von denen eine Ausgleichskammer mit

der dritten Kammer **46** fluidisch kommuniziert, und von denen die andere Ausgleichskammer mit der vierten Kammer **60** fluidisch kommuniziert. Gegenüber der vorstehenden Lösung mit zwei Druckspeichern **8** verbessert dies nochmals den Wirkungsgrad.

**[0056]** Offenbart ist also die Verwendung eines Mehrflächenzylinders als kombinierter Zustellantrieb und Vibrationsantrieb zum effizienten Vibrationsantreiben. Ferner wird eine Fluidschaltung zum effizienten Vibrationsantreiben offenbart, wobei die Schaltung einen Mehrflächenzylinder, ein erstes Ventil, das mit ersten beiden entgegenwirkenden Kolbenflächen eines Kolbens des Mehrflächenzylinders verbunden ist, und ein zweites Ventil, das mit einer dritten Kolbenfläche verbunden ist, umfasst. Schließlich wird ein Ansteuerverfahren zum Vibrationsantreiben für einen Mehrflächenzylinder offenbart, der eine erste Kolbenfläche, eine der ersten Kolbenfläche entgegenwirkend angeordnete zweite Kolbenfläche und eine zu der zweiten Kolbenfläche gleichwirkend angeordnete dritte Kolbenfläche aufweist, wobei zum Vibrationsantreiben die Kolbenflächen erste Kolbenfläche und zweite Kolbenfläche abwechselnd mit Druck beaufschlagt werden, und/oder wobei zum Kolbenausfahren die zweite Kolbenfläche und/oder die dritte Kolbenfläche mit Druck beaufschlagt wird / werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 2014127393 A1 [0003]
- WO 2014/127393 A1 [0004]
- WO 2016054667 A1 [0007]
- EP 2902546 A1 [0008]



**Patentansprüche**

1. Verwendung eines Mehrflächenzylinders (2, 10 52) als kombinierter Zustellantrieb und Vibrationsantrieb zum Vibrationsantreiben.

2. Verwendung eines Mehrflächenzylinders (2, 10 52) gemäß dem Anspruch 1, wobei dem Zustellantrieb und dem Vibrationsantrieb in Zustellrichtung jeweils zumindest eine Kolbenfläche (32) zugeordnet ist.

3. Verwendung eines Mehrflächenzylinders (2, 10 52) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei dem Vibrationsantrieb ein vibrierbares Ventil (4) zugeordnet ist.

4. Fluidschaltung zum Vibrationsantreiben, wobei die Schaltung einen Mehrflächenzylinder (2, 10 52), ein erstes Ventil (4), das mit ersten beiden entgegengerichteten Kolbenflächen (34, 36) eines Kolbens (24) des Mehrflächenzylinders (2, 10 52) verbunden ist, und ein zweites Ventil (6), das mit einer dritten Kolbenfläche (38) verbunden ist, umfasst.

5. Fluidschaltung gemäß dem Anspruch 4, wobei die dritte Kolbenfläche (38) eine druckbeaufschlagte kolbenausfahrende wirkende Kolbenfläche ist.

6. Fluidschaltung gemäß einem der Ansprüche 4 bis 5, wobei die ersten beiden Kolbenflächen (34, 36) jeweils eine gleich große wirksame Kolbenfläche aufweisen.

7. Fluidschaltung gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei ein Druckspeicher (8) mit der dritten Kolbenfläche (38) kommunizierend verbunden ist.

8. Fluidschaltung gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei das erste Ventil (4) ein vibrierbares Regelventil ist, das mit einer Ansteuereinrichtung zum Vibrationsvorgabe verbunden ist.

9. Ansteuerungsverfahren zum Vibrationsantreiben für einen Mehrflächenzylinder (2, 10 52), der eine erste Kolbenfläche (34), eine der ersten Kolbenfläche (34) entgegenwirkend angeordnete zweite Kolbenfläche (36) und eine zu der zweiten Kolbenfläche (36) gleichwirkend angeordnete dritte Kolbenfläche (38) aufweist, wobei zum Vibrationsantreiben die Kolbenflächen erste Kolbenfläche (34) und zweite Kolbenfläche (36) abwechselnd mit Druck beaufschlagt werden, und/oder wobei zum Kolbenausfahren die zweite Kolbenfläche (36) und/oder die dritte Kolbenfläche (38) mit Druck beaufschlagt wird.

10. Ansteuerungsverfahren gemäß dem Anspruch 9 für den Mehrflächenzylinder (2, 10 52), wobei die Kolbenflächen erste Kolbenfläche (34) und zweite Kolbenfläche (36) mit einem ersten Ventil (4) verbun-

den sind, wobei zum Vibrationsantreiben ein Schieber des Ventils (4) vibriert wird.

11. Ansteuerungsverfahren gemäß dem Anspruch 10 für den Mehrflächenzylinder (2, 10 52) mit dem ersten Ventil (4), wobei zum gleichzeitigen Vibrationsantreiben und Kolbenausfahren die dritte Kolbenfläche (38) mit Druck beaufschlagt wird, und das erste Ventil (4) um einen verschobenen Nullpunkt vibriert wird.

12. Ansteuerungsverfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11 für den Mehrflächenzylinder (2, 10 52), wobei die Kolbenflächen erste Kolbenfläche (34) und zweite Kolbenfläche (36) jeweils eine gleich große wirksame Kolbenfläche aufweisen, und wobei die Vibration gemäß einer Nullpunkt-symmetrischen Sinusfunktion vorgegeben wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

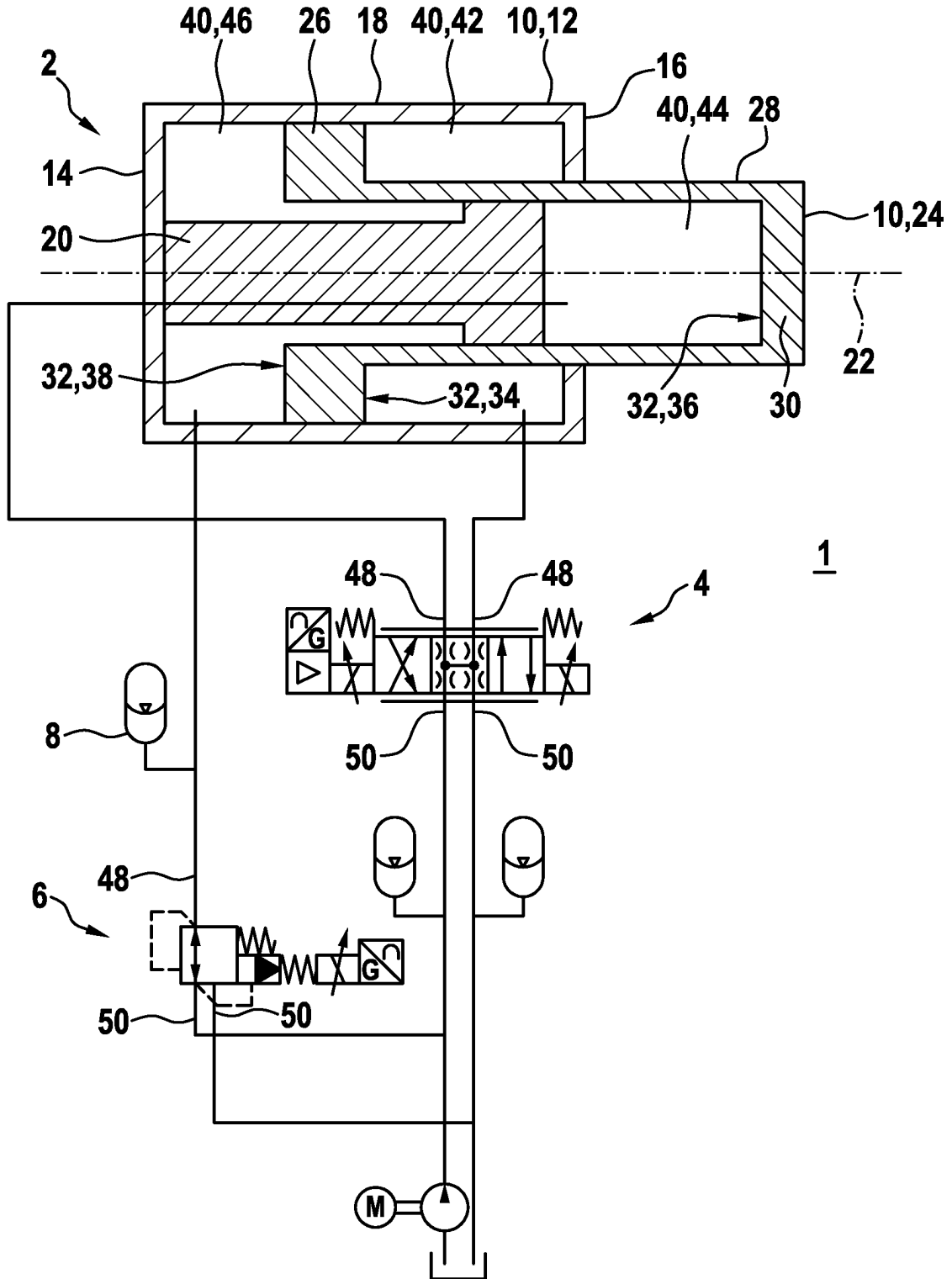


Fig. 2

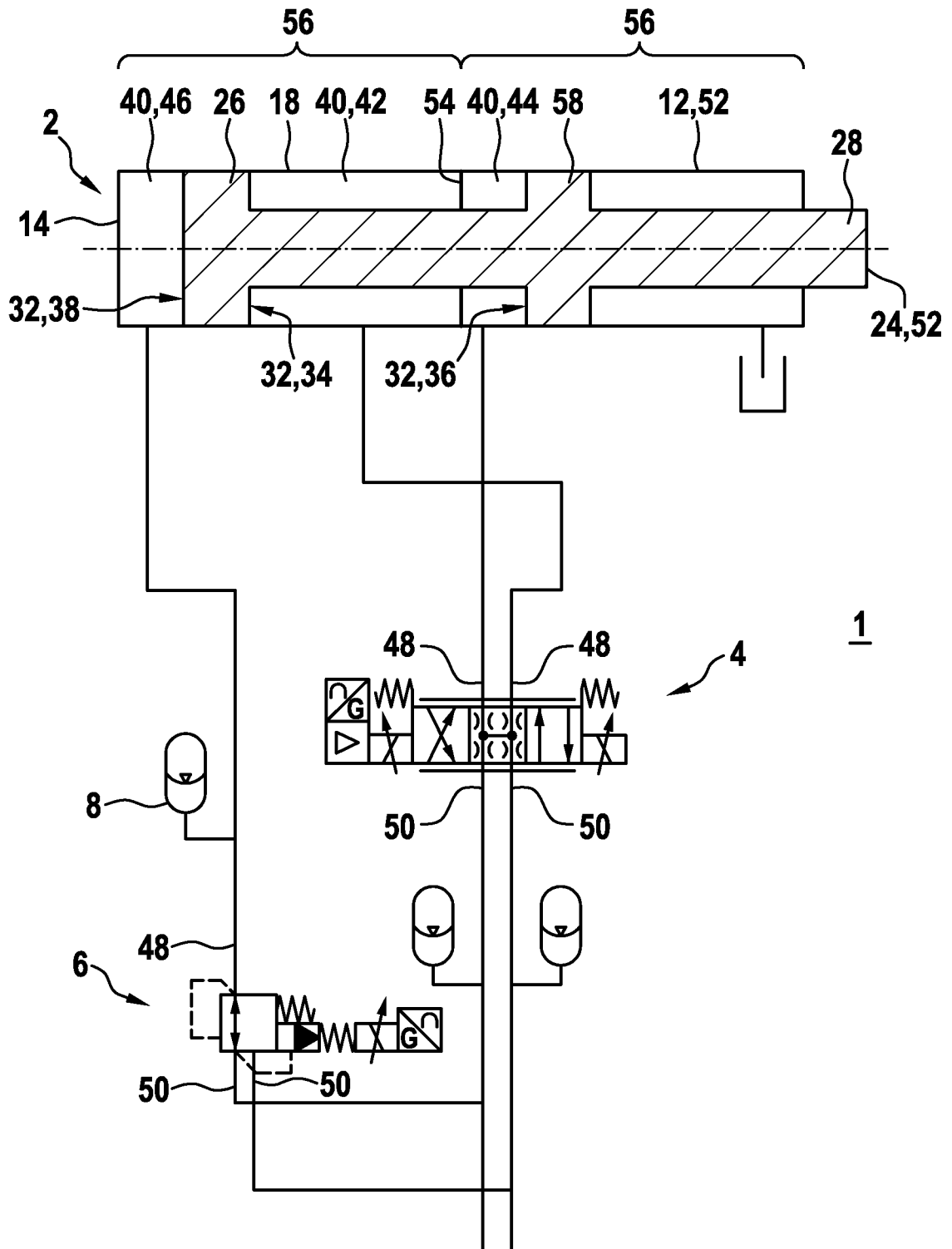


Fig. 3

