

(19)



(11)

EP 2 525 094 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.11.2012 Patentblatt 2012/47

(51) Int Cl.:
F04B 3/00 (2006.01) **F04B 5/00** (2006.01)
F04B 5/02 (2006.01) **F04B 13/00** (2006.01)
F04B 49/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12165695.3**

(22) Anmeldetag: **26.04.2012**

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

(71) Anmelder: **2 Komponenten Maschinenbau GmbH
51709 Marienheide-Rodt (DE)**

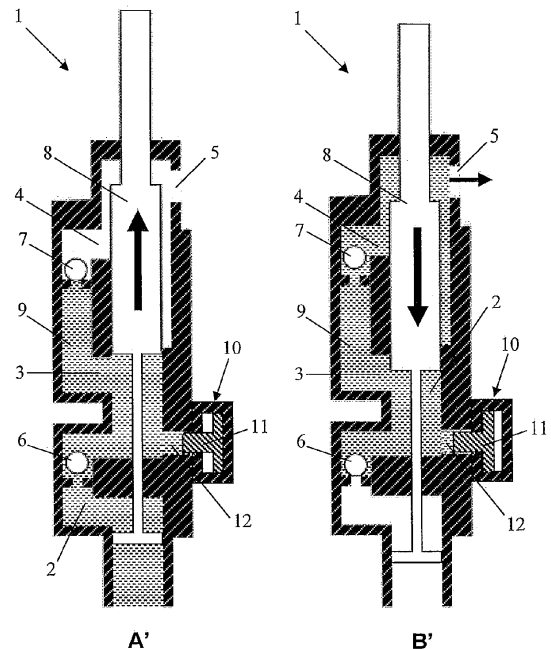
(72) Erfinder: **Röger, Uwe
58540 Meinerzhagen (DE)**

(74) Vertreter: **Lippert, Stachow & Partner
Patentanwälte
Postfach 30 02 08
51412 Bergisch Gladbach (DE)**

(30) Priorität: **16.05.2011 DE 202011100757 U**

(54) Pumpe zum Fördern von fluiden Material aus Materialbehältern

(57) Die Erfindung betrifft eine Pumpe zum Fördern einer Menge von fluidem Material aus einem Materialbehälter in einem Fördervorgang mit einer Vielzahl von Arbeitszyklen, wobei die Pumpe einen Förderraum umfasst, der in einem ersten Arbeitsschritt der Pumpe zumindest abschnittsweise mit Material gefüllt wird und in einem zweiten Arbeitsschritt der Pumpe zumindest abschnittsweise entleert wird, um das Material zu fördern, wobei der erste und zweite Arbeitsschritt jeweils Teil eines Arbeitszyklus sind. Erfindungsgemäß ist die Größe des Förderraums der Pumpe während des Pumpenbetriebs so veränderbar, dass in verschiedenen Arbeitszyklen des Fördervorgangs unterschiedliche Volumina des Materials förderbar sind, und/oder der Förderraum eine Ergänzungskammer mit Ergänzungsraum umfasst, und dass das Volumen des Ergänzungsraums während des Betriebs der Pumpe veränderbar ist.

Fig. 3**EP 2 525 094 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pumpe zum Fördern von fluidem Material aus einem Materialbehälter nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Entsprechende Pumpen werden zum Entnehmen von fluidem Material aus Materialbehältern und zum Zuführen des Materials zu beispielsweise einer Mischeinrichtung oder Verarbeitungseinrichtung eingesetzt. In der weiteren Beschreibung wird ausschließlich auf Verarbeitungseinrichtungen Bezug genommen, wobei dabei auch immer Mischeinrichtungen oder ähnliche Einrichtungen umfasst sind. Üblicherweise fördern solche Pumpen das Material in Arbeitszyklen, wobei ein Arbeitszyklus einen ersten Arbeitsschritt umfasst, in dem zum Entnehmen von Material aus dem Materialbehälter ein Förderraum der Pumpe mit Material gefüllt wird, sowie einen zweiten Arbeitsschritt, in dem zum Zuführen des Materials an eine Einrichtung das Material aus dem Förderraum der Pumpe entleert wird.

[0003] Herkömmliche Pumpen werden gemeinhin von einer Antriebseinrichtung so angetrieben, dass ein Arbeitszyklus in einer durch die Antriebseinrichtung festlegbaren Arbeitsfrequenz durchgeführt wird. Eine Periode dieser Arbeitsfrequenz bezieht sich dabei auf das Zeitintervall zwischen dem Beginn des ersten Arbeitsschritts in einem Arbeitszyklus und dem Beginn des ersten Arbeitsschritts in dem darauffolgenden Arbeitszyklus. Da bei herkömmlichen Pumpen der Förderraum in seinen geometrischen Abmessungen konstant eingerichtet ist, kann die Fördergeschwindigkeit von herkömmlichen Pumpen bei bekanntem Förderraumvolumen unter Berücksichtigung der Frequenz der Antriebseinrichtung leicht berechnet und damit durch die Antriebseinrichtung vorgegeben werden.

[0004] Es hat sich jedoch herausgestellt, dass es für viele Anwendungen vorteilhaft ist, wenn die Fördergeschwindigkeit der Pumpe in einem bestimmten Bereich veränderbar ist, ohne dass hierzu die Arbeitsfrequenz der Arbeitszyklen und damit die Frequenz der Antriebseinrichtung verändert werden muss. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Fördergeschwindigkeit, und damit die pro Zeitintervall geförderte Materialmenge, genau bestimmt oder gesteuert sein muss, was nicht immer über die Frequenzsteuerung über die Antriebseinrichtung gewährleistet werden kann.

[0005] Beispielsweise besteht häufig der Bedarf, einen Richtwert für eine Fördergeschwindigkeit für ein Material einstellen und die Fördergeschwindigkeit während des Fördervorgangs in einem bestimmten Bereich variieren zu können. Unabhängig davon besteht der Bedarf, die Fördergeschwindigkeit möglichst präzise und/oder kontinuierlich einstellen zu können.

[0006] Häufig muss während eines Fördervorgangs auf prozessabhängige Parameter der Verarbeitungseinrichtung dahingehend reagiert werden, dass der Verarbeitungseinrichtung mehr oder weniger Material zugeführt wird. Die Steuerung über die Antriebseinrichtung

kann hierfür zu träge, zu ungenau oder auch zu aufwendig sein.

[0007] Darüber hinaus werden Pumpen oftmals mechanisch oder gesteuert gekoppelt angetrieben, wobei eine jede Pumpe ein unterschiedliches Material aus einem unterschiedlichen Materialbehälter fördert. Die Fördergeschwindigkeiten der Pumpen können somit nur gemeinsam verändert werden. Auch hierbei besteht der Bedarf, die Fördergeschwindigkeit der jeweiligen gekoppelt angetriebenen Pumpen unabhängig von der Antriebseinrichtung verändern zu können.

[0008] Zur Lösung der genannten technischen Probleme wird in dem Dokument CH 701376 B1 vorgeschlagen, eine Pumpe so auszugestalten, dass ein Teil des im ersten Arbeitsschritt des Arbeitszyklus der Pumpe in den Förderraum gefüllten Materials in den Materialbehälter zurückgepumpt wird und nicht in dem zweiten Arbeitsschritt zum Zuführen des Materials an eine Verarbeitungseinrichtung aus dem Förderraum entleert wird. Dadurch kann die Fördergeschwindigkeit über das Volumen des Materials, das vor dem Entleeren des Förderraums von dem Förderraum in den Materialbehälter zurückgepumpt wird, variiert werden.

[0009] Allerdings ist für das Zurückpumpen des Materials aus dem Förderraum in den Materialbehälter an der Pumpe ein eigenes Rückführsystem notwendig, das mit dem Materialbehälter in Verbindung steht und hohe Kosten mit sich bringt. Darüber hinaus muss bei dem Zurückpumpen ein hoher Pumpendruck aufgewendet werden.

[0010] Ausgehend von dem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Pumpe zum Fördern einer Menge von fluidem Material aus einem Materialbehälter bereitzustellen, durch die die oben beschriebenen Bedürfnisse zumindest teilweise befriedigt und/oder die genannten Probleme bei bekannten Pumpen zumindest teilweise behoben werden.

[0011] Als eine Lösung der genannten technischen Aufgabe schlägt die Erfindung eine Pumpe zum Fördern einer Menge von fluidem Material aus einem Materialbehälter mit den Merkmalen von Anspruch 1 vor.

[0012] Eine erfindungsgemäße Pumpe zeichnet sich dadurch aus, dass die Größe des Förderraums der Pumpe während des Pumpenbetriebs so veränderbar ist, dass in verschiedenen Arbeitszyklen des Fördervorgangs unterschiedliche Volumina des Materials förderbar sind. Eine erfindungsgemäße Pumpe zeichnet sich zusätzlich oder unabhängig davon dadurch aus, dass der Förderraum eine Ergänzungskammer mit Ergänzungsraum umfasst, und dass das Volumen des Ergänzungsraums während des Betriebs der Pumpe veränderbar ist. Die im Folgenden beschriebenen Merkmale einer erfindungsgemäßen Pumpe sind auf diese gesonderte Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Pumpe analog anzuwenden.

[0013] Die Größe des Förderraums bezieht sich dabei auf die durch die geometrischen Erstreckungen des Förderraums festgelegte Größe des Raums. Eine Änderung

der Größe des Förderraums kann somit durch jede Änderung einer jeden Erstreckungsgröße des Förderraums herbeigeführt werden. Zur Veränderung der Größe des Förderraums muss dabei nicht zwingend das Volumen des Förderraums verändert werden, sondern auch eine Veränderung der Form des Förderraums ist als eine Veränderung der Größe des Förderraums anzusehen.

[0014] Beispielsweise kann eine Veränderung der Größe des Förderraums darin bestehen, dass sich die Erstreckung des Förderraums so ändert, dass eine Kammer oder Aussackung gebildet oder zurückgebildet ist, die bei dem Entleeren des Materials aus dem Förderraum in dem zweiten Arbeitsschritt nicht zugänglich ist, so dass das in einem Arbeitszyklus geförderte Volumen des Materials durch die Veränderung der Größe der Förderraums verändert werden kann. Eine Veränderung der Größe des Förderraums kann insbesondere auch darin bestehen, dass eine Trennwand oder dergleichen in dem Förderraum verändert oder in ihn eingebracht wird, so dass bestimmte Abschnitte des Förderraums bei dem Befüllen des Förderraums mit Material und/oder bei dem Entleeren von Material aus dem Förderraum nicht zugänglich sind. Darüber hinaus kann die Größe des Förderraums natürlich auch dadurch verändert werden, dass zumindest eine Erstreckung des Förderraums so verändert wird, dass sich das von dem Förderraum begrenzte Volumen verändert. Beispielsweise ist es möglich, den Förderraum bei einer Schöpfungspumpe so zu verändern, dass in einem Arbeitszyklus, d. h. in einem Schöpfzyklus der Pumpe, je nach Größe des Förderraums eine bestimmte Menge gefördert wird.

[0015] Die erfindungsgemäße Pumpe zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass die Größe des Förderraums der Pumpe während des Pumpenbetriebs veränderbar ist. Durch die erfindungsgemäße Pumpe ist es daher möglich, das pro Arbeitszyklus geförderte Volumen zu verändern, ohne dabei den Fördervorgang zu unterbrechen. Dadurch kann die Fördergeschwindigkeit der Pumpe im Betrieb der Pumpe an die jeweiligen Bedingungen, die beispielsweise durch die Verarbeitungseinrichtung, der die Pumpe das Material zuführt, vorgegeben sein können, angepasst werden. Denn durch die Veränderung der Größe des Förderraums während des Pumpenbetriebs ist es möglich, das pro Arbeitszyklus geförderte Volumen zu verändern, so dass bei gleichbleibender Arbeitsfrequenz der Pumpe durch die Veränderung der Größe des Förderraums während des Pumpenbetriebs die Fördergeschwindigkeit der Pumpe veränderbar ist. Die Veränderung der Fördergeschwindigkeit kann dabei kontinuierlich oder stufenweise erfolgen.

[0016] Insbesondere kann es vorteilhaft sein, dass die Größe des Förderraums durch eine Steuereinheit steuerbar oder regelbar ist. Dabei kann die Steuereinheit einer Pumpe beispielsweise die Betriebsparameter der Pumpe, die Betriebsparameter der Verarbeitungseinrichtung und/oder Betriebsparameter von Pumpen, die Material aus weiteren Materialbehältern zu der Verarbeitungseinrichtung fördern, berücksichtigen. Die Steuer-

einheit zur Steuerung oder Regelung der Größe des Förderraums kann dabei insbesondere auch mit einer Streuereinrichtung zum Steuern oder Regeln der Arbeitsfrequenz der Pumpe zusammenwirken. Dadurch kann es möglich sein, die Fördergeschwindigkeit der Pumpe innerhalb eines großen Wertebereichs schnell und präzise zu verändern.

[0017] In einer vorteilhaften Ausführungsform weist der Förderraum der Pumpe Mittel auf oder wirkt mit diesen zusammen, durch die die Größe des Förderraums veränderbar ist, und die während eines Arbeitszyklus zur Änderung der Größe des Förderraums einstellbar sind, so dass das Volumenverhältnis zwischen dem Materialvolumen, das in dem ersten Arbeitsschritt in den Förderraum gefördert wird, und dem Materialvolumen, das in dem zweiten Arbeitsschritt aus dem Förderraum entleert wird, veränderbar ist.

[0018] Hierbei ist es beispielsweise möglich, die Mittel so einzustellen, dass ein Teil des in den Förderraum während des ersten Arbeitszyklus geförderten Materials bei dem Entleeren des Förderraums in dem zweiten Arbeitsschritt in den Förderraum zurückbehalten wird.

[0019] Weiterhin kann beispielsweise Material, das in dem Förderraum zurückbehalten wurde und sich vor Beginn des ersten Arbeitsschritts eines Arbeitszyklus in dem Förderraum befindet, zusammen mit dem in dem ersten Arbeitsschritt in den Förderraum geförderten Material während des darauffolgenden zweiten Arbeitsschritts aus dem Förderraum entleert werden. Entsprechend ist je nach Einstellung der Mittel das genannte Volumenverhältnis so veränderbar, dass das Materialvolumen, das in dem ersten Arbeitsschritt in den Förderraum gefördert wird, größer oder kleiner als das Materialvolumen ist, das in dem zweiten Arbeitsschritt aus dem Förderraum entleert wird. Durch die Mittel und ihre verschiedenen Einstellungen kann damit die Fördergeschwindigkeit der Pumpe in einem weiten Bereich variiert werden.

[0020] Vorteilhafterweise kann der Förderraum der Pumpe eine Ergänzungskammer mit einem Ergänzungsraum umfassen, wobei das Volumen des Ergänzungsraums während des Betriebs der Pumpe veränderbar ist. Dadurch kann das Materialvolumen, das in dem ersten Arbeitsschritt in den Förderraum gefördert wird, und das Materialvolumen, das in dem zweiten Arbeitsschritt aus dem Förderraum entleert wird, durch eine Veränderung des Volumens des Ergänzungsraums verändert werden. Durch das Vorsehen einer Ergänzungskammer mit Ergänzungsraum in dem Förderraum ist eine sehr einfache Veränderung der Größe des Förderraums möglich.

[0021] Über die Veränderung des Volumens des Ergänzungsraums kann Einfluss auf das Entleeren und/oder Füllen des Pumpenraums genommen werden. Beispielsweise kann durch eine entsprechende Veränderung des Volumens des Ergänzungsraums der Druck in dem Pumpenraum verändert werden, wodurch beispielsweise Druckschwankungen bei dem Entleeren/Befüllen des Pumpenraums ausgeglichen oder zumindest verrin-

gert werden können, so dass beispielsweise die Förderung von Material gleichmäßiger erfolgen kann und/oder die Fördergeschwindigkeit präziser eingestellt werden kann. Die Erfindung umfasst auch, unabhängig von der Veränderung der Fördergeschwindigkeit, den Förderraum so vorzusehen, dass er eine Ergänzungskammer mit Ergänzungsraum umfasst, und dass das Volumen des Ergänzungsraums während des Betriebs der Pumpe veränderbar ist. Dadurch kann wie beschrieben auf das Befüllen und/oder Entleeren Einfluss genommen werden. Die in der vorliegenden Beschreibungen beschriebenen Ausgestaltungen, Merkmale und Merkmalskombinationen einer erfindungsgemäßen Pumpe sind für diesen unabhängigen Teil der Erfindung entsprechend gültig. Insbesondere sind die Merkmale auch jeweils miteinander kombinierbar.

[0022] Insbesondere kann es vorteilhaft sein, dass der Förderraum einen Pumpenraum umfasst, wobei das Volumen des Ergänzungsraums unabhängig von dem Volumen des Pumpenraums veränderbar ist. Somit kann beispielsweise der Pumpenraum während der Arbeitszyklen kontinuierlich mit Material gefüllt und entleert werden, wobei die Änderung der Größe des Förderraums über die Änderung des Ergänzungsraums erfolgen kann. Dabei hat es sich insbesondere als vorteilhaft herausgestellt, in dem Pumpenraum ein Fördermittel vorzusehen, das dem Füllen und Entleeren des Pumpenraums mit Material dient, ohne gleichzeitig ein Füllen und Entleeren des Ergänzungsraums der Ergänzungskammer zu bewirken. Der Einfluss der Veränderung der Größe des Förderraums auf die gesamte Pumpenkonstruktion kann dadurch niedrig gehalten werden, was eine einfache Konstruktion der erfindungsgemäßen Pumpe ermöglicht. Es ist jedoch auch möglich, an dem Pumpenraum mehrere Ergänzungskammern mit Ergänzungsräumen vorzusehen oder auch den Pumpenraum unabhängig von dem zumindest einen Ergänzungsraum in der zumindest eine Ergänzungskammer in seiner Größe veränderbar auszubilden.

[0023] Außerdem kann der Förderraum ein Arbeitsmittel umfassen, mittels dessen das Volumen des Ergänzungsraums während eines Arbeitszyklus der Pumpe zwischen einem ersten Volumen und einem zweiten Volumen veränderbar ist, um das in einem Arbeitszyklus geförderte Materialvolumen um das Volumen, das der Differenz zwischen zweitem und erstem Volumen entspricht, zu verändern, wobei das Arbeitsmittel durch eine Steuereinheit gesteuert ist. Erstes und zweites Volumen können dabei durch das Arbeitsmittel in einem Bereich zwischen 0 bis zu dem Volumen der Ergänzungskammer einstellbar sein. Das erste Volumen kann beispielsweise das Minimalvolumen des Ergänzungsraums, das zweite Volumen das Maximalvolumen des Ergänzungsraums während eines Arbeitszyklus der Pumpe sein. Entsprechend kann auch das zweite Volumen das Minimalvolumen und das erste Volumen das Maximalvolumen innerhalb eines Arbeitszyklus sein. Die Veränderung des in einem Arbeitszyklus geförderten Materialvolumens be-

zieht sich dabei auf das Standardmaterialvolumen, das durch die Pumpe gefördert wird, wenn das Arbeitsmittel während eines geschlossenen Arbeitszyklus ruht.

[0024] Dabei kann es insbesondere vorteilhaft sein, in dem Förderraum ein Fördermittel vorzusehen, das dem Füllen und Entleeren des Förderraums dient, ohne ein Füllen und Entleeren des Ergänzungsraums zu bewirken. Das Standardmaterialvolumen, das durch die Pumpe in einem Arbeitszyklus gefördert wird, kann dann beispielsweise um die Differenz zwischen zweitem und erstem Volumen verringert werden, indem das Volumen des Ergänzungsraums nach dem Befüllen des Förderraums von einem kleineren ersten Volumen zu einem größeren zweiten Volumen verändert wird, so dass bei dem Entleeren des Förderraums das Materialvolumen, das der Differenz zwischen zweitem und erstem Volumen entspricht, in dem Ergänzungsraum zurückbehalten wird. Das zurückbehaltene Volumen kann dann in dem darauffolgenden Arbeitszyklus beispielsweise für das Befüllen des Förderraums verwendet werden, und eine entsprechende Veränderung des Ergänzungsraums durch das Arbeitsmittel von einem kleinen ersten Volumen zu einem großen zweiten Volumen kann erneut eine Verringerung des Standardmaterialvolumens bewirken. Entsprechend kann das Standardmaterialvolumen durch die Differenz zwischen zweitem und erstem Volumen vergrößert werden, wenn das Arbeitsmittel so gesteuert wird, dass der Ergänzungsraum während des Befüllens des Förderraums von einem kleinen ersten Volumen zu einem größeren zweiten Volumen verändert wird und während des Entleerens des Förderraums von dem größeren zweiten Volumen zu dem kleinen ersten Volumen zurückverändert wird.

[0025] Dabei kann es vorteilhaft sein, dass das erste und/oder das zweite Volumen des Ergänzungsraums während des Betriebs der Pumpe veränderbar ist. Dadurch kann in verschiedenen Arbeitszyklen der Pumpe das in einem Arbeitszyklus geförderte Standardmaterialvolumen um ein jeweils unterschiedliches Volumen verändert werden. Dies ermöglicht die Steuerung oder Regelung der Fördergeschwindigkeit der Pumpe während des Betriebs der Pumpe in einem durch die Variation des ersten und zweiten Volumens des Ergänzungsraums festgelegten Bereich.

[0026] Außerdem kann die Pumpe ein erstes Ventil und ein zweites Ventil umfassen, wobei der Förderraum bei geöffnetem ersten Ventil zum Füllen mit Material mit dem Materialbehälter und bei geöffnetem zweiten Ventil zum Entleeren von Material mit einer Auslasskammer in Verbindung steht, wobei das erste Ventil und das zweite Ventil im Betrieb der Pumpe einander abwechselnd geöffnet und geschlossen sind.

[0027] Die Auslasskammer kann dabei in beliebiger Art und Weise gestaltet sein und auch beispielsweise durch eine Leitung, wie etwa einen Schlauch oder ein Rohr, realisiert sein. Zudem kann sich das Volumen des Förderraums bei geöffnetem ersten Ventil von dem Volumen des Förderraums bei geöffnetem zweiten Ventil

unterscheiden. Durch das Vorsehen von entsprechenden Ventilen ist gewährleistet, dass das Volumen des Förderraums während des ersten Arbeitsschritts, und somit während des Befüllens des Förderraums, getrennt von dem Volumen während des zweiten Arbeitsschritts, und damit während des Entleerens des Förderraums, einstellbar ist, wobei sich die beiden Arbeitsschritte nicht überschneiden. Dadurch ist eine präzise Variation der Fördergeschwindigkeit möglich.

[0028] Die Ergänzungskammer kann in einer Ausführungsform ein Verdrängungsmittel umfassen, wobei das Volumen des Ergänzungsraums durch die Stellung des Verdrängungsmittels in der Ergänzungskammer festgelegt ist. Dadurch kann das Volumen des Ergänzungsraums besonders einfach und kostengünstig festgelegt werden.

[0029] Ergänzungskammer und Verdrängungsmittel können dabei als Zylinder-Kolben Anordnung ausgebildet sein, wobei das Verdrängungsmittel als Verdrängungskolben ausgebildet ist, durch den der Ergänzungsraum begrenzt ist. Durch die Zylinder-Kolben Anordnung ist das Volumen des Ergänzungsraums sehr einfach und genau veränderbar, und die Zylinder-Kolben Anordnung lässt sich mit geringen Kosten herstellen.

[0030] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Pumpe als Hubkolbenpumpe ausgebildet, deren Förderraum einen ersten Kolbenraum umfasst, und die einen zweiten Kolbenraum aufweist sowie ein Hubkolben. Die Ergänzungskammer ist an dem ersten Kolbenraum vorgesehen, und der Hubkolben ist in dem ersten Arbeitsschritt zum Fördern des Materials von dem Materialbehälter in den ersten Kolbenraum von einem ersten Totpunkt zu einem zweiten Totpunkt bewegbar und in dem zweiten Arbeitsschritt zum Entleeren des Materials von dem ersten Kolbenraum in den zweiten Kolbenraum von dem zweiten Totpunkt zu dem ersten Totpunkt bewegbar.

[0031] Durch die Ausbildung als Hubkolbenpumpe kann die erfindungsgemäße Pumpe besonders günstig und robust realisiert werden. Die Pumpe kann beispielsweise über eine Folgeplatte mit dem Materialbehälter in Verbindung stehen. Der Hubkolben stellt dabei das Fördermittel zum Befüllen und Entleeren des ersten Kolbenraums dar. Der zweite Kolbenraum kann beispielsweise als eine beliebig gestaltete Auslasskammer ausgebildet sein. Auch können erster Kolbenraum und zweiter Kolbenraum durch den Hubkolben selbst voneinander getrennt sein. Der zweite Kolbenraum kann auch so ausgebildet sein, dass er in dem zweiten Arbeitsschritt durch die Hubbewegung des Kolbens von dem zweiten Totpunkt zu dem ersten Totpunkt mit Material gefüllt wird und bei der Hubbewegung des Kolbens in dem ersten Arbeitsschritt des darauffolgenden Arbeitszyklus entleert wird. Dabei kann es insbesondere vorteilhaft sein, dass das Verhältnis der Volumina von erstem und zweitem Kolbenraum zueinander zwei zu eins beträgt, wodurch es möglich ist, dass die Pumpe während des gesamten Arbeitszyklus im wesentlichen durchgehend Material aus

dem zweiten Kolbenraum ausstößt.

[0032] Weiterhin kann eine entsprechende als Hubkolbenpumpe ausgebildete Pumpe einen Bypass umfassen, durch den der erste Kolbenraum und der zweite Kolbenraum miteinander verbunden sind, wobei in dem Bypass das zweite Ventil angeordnet ist, das als Rückschlagventil ausgebildet ist, so dass ein Rückfluss von Material von dem zweiten Kolbenraum in den ersten Kolbenraum verhindert ist. Der Bypass kann dabei sowohl als Materialleitung außerhalb der Kolbenräume ausgebildet sein, die die Kolbenräume miteinander verbindet, als auch beispielsweise durch den Hubkolben und/oder eine Hubkolbenstange zum Ansteuern des Hubkolbens verlaufen. Durch das Vorsehen eines Rückschlagventils in dem Bypass ist eine präzise Einstellung des pro Arbeitszyklus geförderten Materialvolumens möglich. Das Rückschlagventil und/oder auch das erste Ventil können z. B. als Kugelventil oder als Kugelkalottenventil ausgebildet sein, das möglicherweise selbststeuernd öffnet und schließt.

[0033] Weiterhin kann es vorteilhaft sein, dass das Volumen des Ergänzungsraums in der Ergänzungskammer im Betrieb so veränderbar ist, dass das Volumenverhältnis zwischen dem Volumen des Ergänzungsraums bei dem Passieren des ersten Totpunkts durch den Hubkolben und dem Volumen des Ergänzungsraums bei dem Passieren des zweiten Totpunkts durch den Hubkolben im Betrieb veränderbar ist. Dabei kann durch die Veränderung des Volumenverhältnisses die Fördergeschwindigkeit der Pumpe verändert werden. Beispielsweise kann hierzu das Volumen des Ergänzungsraums über die Stellung eines Verdrängungsmittels in der Ergänzungskammer verändert werden. Die Stellung des Verdrängungsmittels kann kontinuierlich oder nur in einem Zeitintervall während der Bewegung des Hubkolbens zwischen den beiden Totpunkten verändert werden, und/oder bei dem Passieren der jeweiligen Totpunkte selbst. Dadurch, dass das Volumenverhältnis im Betrieb der Pumpe veränderbar ist, kann die Fördergeschwindigkeit der Pumpe im Betrieb der Pumpe verändert werden.

[0034] Vorteilhafterweise ist das Volumenverhältnis in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Fördergeschwindigkeit während eines Arbeitszyklus einstellbar. Beispielsweise kann das Volumenverhältnis während eines Arbeitszyklus so verändert werden, dass die durch das Volumenverhältnis beeinflusste Fördergeschwindigkeit der Pumpe in Richtung auf eine vorgegebene Fördergeschwindigkeit verändert wird, oder dass hierdurch die vorgegebene Fördergeschwindigkeit selbst eingestellt wird.

[0035] Weiterhin betrifft die Erfindung ein System umfassend zumindest zwei Pumpen, von denen zumindest eine wie obenstehend erläutert erfindungsgemäß ausgebildet ist und die jeweils einem Materialbehälter zugeordnet sind, wobei beide Pumpen so gekoppelt angetrieben sind, dass sie die Arbeitsschritte synchron mit derselben Frequenz durchführen, wobei die Größe des Förderraums mindestens einer der beiden Pumpen unab-

hängig von dem der anderen veränderbar ist. Die Kopplung kann dabei sowohl mechanisch als auch über eine elektronische Steuerung erfolgen. Dadurch ist gewährleistet, dass in dem System die Fördergeschwindigkeit von zumindest einer Pumpe unabhängig von der Fördergeschwindigkeit der anderen Pumpe veränderbar ist, während beide Pumpen gekoppelt mit derselben Frequenz angetrieben sind. Dadurch kann auch bei einem System mit zwei gekoppelt angetriebenen Pumpen die Fördergeschwindigkeit, mit der ein bestimmtes Material durch eine bestimmte Pumpe gefördert wird, in Abhängigkeit von beispielsweise dem Material oder Betriebsparametern der Verarbeitungseinheit verändert werden. Beispielsweise können somit verschiedene Mischverhältnisse der Materialien aus den jeweiligen der Pumpe zugeordneten Materialbehältern realisiert werden.

[0036] In dem System kann auch mittels einer Steuereinheit die Veränderung des Förderraums einer oder beider der Pumpen steuerbar sein, um den Istwert der Fördergeschwindigkeit der angesteuerten Pumpe in Richtung auf einen Sollwert der Fördergeschwindigkeit der Pumpe hin zu ändern. Die Steuereinheit kann möglicherweise den Sollwert der Fördergeschwindigkeit der Pumpe in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Verarbeitungseinheit oder auch in Abhängigkeit von Eigenschaften des Materials, wie etwa der Viskosität des Materials, berechnen. Auch kann der Sollwert der Fördergeschwindigkeit der Pumpe manuell eingegbar sein. Über die Steuereinheit kann die Veränderung des Förderraums dann so steuerbar sein, dass der Istwert der Fördergeschwindigkeit der angesteuerten Pumpe in Richtung auf den entsprechenden Sollwert veränderbar ist.

[0037] Insbesondere kann es vorteilhaft sein, dass die Veränderung des Förderraums einer oder beider der Pumpen in Abhängigkeit von dem Füllstand zumindest eines der den beiden Pumpen zugeordneten Materialbehälter steuerbar ist. Hierbei kann möglicherweise auch die Differenz oder das Verhältnis der Füllstände in den Materialbehältern berücksichtigt werden. Durch eine entsprechende Anpassung der Fördergeschwindigkeit der Pumpen über die Veränderung des Förderraums kann somit beispielsweise gewährleistet sein, dass die Materialbehälter möglichst zeitgleich entleert sind.

[0038] Weiterhin umfasst die Erfindung ein Verfahren zum Steuern der Fördergeschwindigkeit einer Pumpe, wobei die Pumpe fluides Material aus einem Materialbehälter fördert, indem in einem ersten Arbeitsschritt ein Förderraum zumindest abschnittsweise mit Material gefüllt wird und in einem zweiten Arbeitsschritt das Material zumindest teilweise aus dem Förderraum entleert wird, wobei der erste und der zweite Arbeitsschritt jeweils Teil eines Arbeitszyklus sind. In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zur Veränderung des pro Arbeitszyklus geförderten Materialvolumens der Förderraum der Pumpe während des Betriebs der Pumpe verändert und/oder das Volumen eines Ergänzungsraums in einer Ergän-

zungskammer, die von dem Förderraum umfasst ist, während des Betriebs der Pumpe verändert.

[0039] Im Folgenden wird die Erfindung durch das Beschreiben einer Ausführungsform unter Bezugnahme auf drei Figuren weiter erläutert.

[0040] Es zeigt

Figur 1: in einer Prinzipdarstellung vier Zustände einer herkömmlichen Hubkolbenpumpe während eines Arbeitszyklus der Hubkolbenpumpe;

Figur 2: in einer schematischen Darstellung den Verlauf der Kolbenbewegungen sowie des Materialdrucks in einer herkömmlichen und in einer erfindungsgemäßen Hubkolbenpumpe;

Figur 3: in einer Prinzipdarstellung zwei Zustände einer erfindungsgemäßen Pumpe während eines Arbeitszyklus der Pumpe;

Figur 4: in einer Prinzipdarstellung zwei Zustände einer erfindungsgemäßen Pumpe während eines Arbeitszyklus der Pumpe.

[0041] In den Figuren sind Elemente mit einer ähnlichen Wirkung mit identischen Bezugszeichen versehen.

[0042] Zur Erläuterung der Funktionsweise herkömmlicher Pumpen 100 sind in Figur 1 vier Zustände einer herkömmlichen Pumpe 100 während eines Arbeitszyklus der Pumpe 100 abgebildet. In Figur 1 ist eine als Hubkolbenpumpe 100 ausgebildete Pumpe 100 dargestellt.

[0043] In Figur 1 sind Zustände der Pumpe 100 in einem ersten Arbeitszyklus und zu Beginn des darauffolgenden zweiten Arbeitszyklus dargestellt. Die Zustandsdarstellungen A bis C zeigen die Pumpe 100 in dem ersten Arbeitszyklus, die Zustandsdarstellung D zu Beginn des zweiten Arbeitszyklus. Um deutlich zu machen, dass in dem ersten Arbeitszyklus von der Pumpe 100 Material 2 aus dem Materialbehälter entnommen wird und in dem zweiten Arbeitszyklus neues Material 2a entnommen wird, ist in Figur 1 das Material 2, das im Zusammenhang mit der Entnahme im ersten Arbeitszyklus steht, gerastert dargestellt, während das Material 2a, das im Zusammenhang mit der Entnahme im zweiten Arbeitszyklus steht, schraffiert dargestellt ist. Dadurch soll schematisch verdeutlicht werden, wie das in einem bestimmten Arbeitszyklus von der Pumpe 100 aus dem Materialbehälter entnommene Material 2, 2a in den Arbeitszyklen durch die Pumpe 100 gefördert bzw. ausgestoßen wird.

[0044] In dem Zustand A ist die herkömmliche Hubkolbenpumpe 100 in das Material 2 in dem Materialbehälter eingetaucht. Der Materialbehälter und das in dem Materialbehälter befindliche Material sind in Figur 1 nicht dargestellt, sondern es sind nur Prinzipdarstellungen von Pumpen 100 sowie Material 2, 2a in den Pumpen 100 dargestellt. Dies gilt entsprechend für die Darstellung der erfindungsgemäßen Pumpen 1 in den Figuren 3 und 4.

[0045] In der Zustandsdarstellung A in Figur 1 ist demnach ein Zustand der Hubkolbenpumpe 100 zu Beginn des ersten Arbeitszyklus dargestellt, in dem die Hubkolbenpumpe 100 noch kein Material 2 aus dem Materialbehälter gefördert hat. Das Material 2 ist demnach nur bis zu dem ersten Ventil 6, über das die Hubkolbenpumpe 100 mit dem Material 2 in dem Materialbehälter in Verbindung bringbar ist, in die Hubkolbenpumpe 100 eingetreten. Der erste Kolbenraum 3 und der zweite Kolbenraum 4 sind jeweils nicht mit Material befüllt. Der Hubkolben 8 der Pumpe 100 befindet sich in seinem ersten Totpunkt. Das erste Ventil 6 ist in dem dargestellten Zustand A geöffnet. Es ist jedoch auch möglich, dass das erste Ventil 6 erst mit dem Einsetzen der Hubbewegung des Hubkolbens 8 öffnet.

[0046] In der Zustandsdarstellung B ist ein Zustand der Pumpe 100 am Ende des ersten Arbeitsschritts dargestellt. Zwischen Zustand A und Zustand B bewegt sich der Hubkolben 8 von dem ersten Totpunkt in Richtung zum zweiten Totpunkt, wodurch der erste Kolbenraum 3 mit Material 2 gefüllt wird. Die Bewegungsrichtung des Hubkolbens 8 ist in den Figuren jeweils durch einen Pfeil in dem Hubkolben 8 angezeigt. Während der Bewegung des Hubkolbens 8 wird somit Material 2 von dem Materialbehälter in den ersten Kolbenraum 3 geschöpft, wobei das erste Ventil 6 während des Schöpfvorgangs entsprechend der Schöpfrichtung selbst steuernd geöffnet ist.

[0047] In der Zustandsdarstellung C ist ein Zustand der Pumpe 100 während des zweiten Arbeitsschritts dargestellt. Der Hubkolben 8 bewegt sich von dem zweiten Totpunkt in Richtung zum ersten Totpunkt, wodurch der Hubkolben 8 Druck auf das Material 2 in dem ersten Kolbenraum 3 ausübt, so dass das erste Ventil 6 selbststeuernd geschlossen ist und das zweite Ventil 7 selbststeuernd geöffnet ist. Entsprechend tritt durch den Bypass 9, in dem das zweite Ventil 7 angeordnet ist, Material in den zweiten Kolbenraum 4, wobei sich sowohl erster Kolbenraum 3 als auch zweiter Kolbenraum 4 abschnittsweise in den Bypass 9 erstrecken. Da das Volumen des ersten Kolbenraums 3 größer als das des zweiten Kolbenraums 4 ist, stößt die Pumpe 100 noch während des zweiten Arbeitsschritts nach dem Füllen des zweiten Kolbenraums 4 durch den Auslass 5 Material 2 aus. Der Materialausstoß ist durch einen Pfeil in dem Auslass 5 angezeigt.

[0048] In der Zustandsdarstellung D ist ein Zustand der Pumpe 100 nach der Durchführung des ersten Arbeitszyklus und während des ersten Arbeitsschritts des zweiten Arbeitszyklus dargestellt. Der Hubkolben 8 bewegt sich von dem ersten Totpunkt in Richtung zum zweiten Totpunkt, und sowohl erstes Ventil 6 als auch zweites Ventil 7 sind geschlossen.

[0049] Da das Volumen des ersten Kolbenraums 3 größer als das des zweiten Kolbenraums 4 ist, ist der zweite Kolbenraum 4 auch im Zustand D nach Abschluss des ersten Arbeitszyklus der Pumpe 100 mit Material 2 gefüllt. Mit dem Einsetzen des ersten Arbeitsschritts des zweiten Arbeitszyklus der Pumpe 100 bewegt sich der

Hubkolben 8 erneut von seinem ersten Totpunkt aus in Richtung zum zweiten Totpunkt, wodurch Material 2a von dem Materialbehälter in den ersten Kolbenraum 3 gefüllt wird. Zur Erläuterung des Arbeitsprinzips der Pumpe 100 ist der Einfachheit halber in der Zustandsdarstellung D in dem ersten Kolbenraum 3 nur das Material 2a dargestellt. Dadurch ist deutlich gemacht, dass in dem ersten Arbeitsschritt des zweiten Arbeitszyklus von dem Materialbehälter das Material 2a in den ersten Kolbenraum 3 geschöpft wird. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass in dem ersten Arbeitsschritt des zweiten Arbeitszyklus das Material 2 aus dem ersten Kolbenraum 3 durch Material 2a kontinuierlich in den zweiten Kolbenraum verdrängt wird. Gleichzeitig wird während des ersten Arbeitsschritts des zweiten Arbeitszyklus von der Pumpe 100 Material 2 aus dem Auslass 5 ausgestoßen, da, wie erläutert, auch am Ende des ersten Arbeitszyklus der zweite Kolbenraum 4 mit Material 2 gefüllt ist und während des ersten Arbeitsschritts des zweiten Arbeitszyklus im Wesentlichen das restliche Material 2 aus dem ersten Kolbenraum 3 in den zweiten Kolbenraum 4 verdrängt wird, so dass der Hubkolben 8 während seiner Bewegung von erstem Totpunkt zu zweitem Totpunkt Material 2 in dem zweiten Kolbenraum 4 verdrängt und somit den Ausstoß von Material 2 aus dem Auslass 5 bewirkt.

[0050] Aus der Darstellung der Funktionsweise der herkömmlichen Pumpe 100 in Figur 1 wird deutlich, dass mit der herkömmlichen Pumpe 100 in einem Arbeitszyklus ein vorbestimmtes, nicht veränderbares Materialvolumen förderbar ist.

[0051] Die Druckkurve 32 des Materialdrucks in dem Material 2, 2a in dem zweiten Kolbenraum 4 der Pumpe 100 ist in Figur 2 dargestellt. Die Hubkolbenkurve 31 stellt dabei die Hubbewegung des Hubkolbens 8 der Pumpe 100 dar. Die Pfeile geben dabei die Bewegungsrichtung des Hubkolbens 8 an. Ein aufwärts gerichteter Pfeil zeigt die Bewegung des Hubkolbens 8 von dem ersten Totpunkt in Richtung zum zweiten Totpunkt, ein abwärts gerichteter Pfeil von dem zweiten Totpunkt in Richtung zum ersten Totpunkt an. Der erste Totpunkt ist somit als Minimum, der zweite Totpunkt als Maximum der Hubkolbenkurve 31 dargestellt. Aus der Druckkurve 32 wird ein Problem einer herkömmlichen Pumpe ersichtlich: Am zweiten Totpunkt des Hubkolbens 8 erfolgt ein Druckeinbruch, so dass die Förderung des Materials 2, 2a nicht kontinuierlich erfolgen kann und somit nicht präzise über den Arbeitszyklus der Pumpe 100 hinweg einstellbar ist. Dieses Problem kann mit einer wie in den Figuren 3 und 4 dargestellten erfindungsgemäßen Pumpe 1 zumindest teilweise behoben werden. Dies wird später im Zusammenhang mit der Beschreibung der Funktionsweise einer erfindungsgemäßen Pumpe 1 nach Figur 3 weiter erläutert.

[0052] In Figur 3 sind Zustände einer erfindungsgemäßen Pumpe 1 während eines Arbeitszyklus der Pumpe 1 dargestellt. An dem ersten Kolbenraum 3 der erfindungsgemäßen Pumpe 1 ist eine Ergänzungskammer 10 mit Ergänzungsraum 12 angeordnet, die einen Ver-

drängungskolben 11 umfasst.

[0053] Die Pumpe 1 ist in dem in Figur 3 dargestellten Arbeitszyklus so angesteuert, dass pro Arbeitszyklus der Pumpe 1 mehr Volumen des Materials 2 gefördert wird als das Standardvolumen einer nach Figur 1 dargestellten herkömmlichen Pumpe 100 mit identischem Aufbau, bei der nicht entsprechend der Erfindung eine Ergänzungskammer 10 mit Verdrängungskolben 11 und Ergänzungsraum 12 vorgesehen ist.

[0054] In der Zustandsdarstellung A' der erfindungsgemäßen Pumpe 1 ist ein Zustand der Pumpe 1 am Ende des ersten Arbeitsschritts dargestellt, in dem Material 2 über das offene erste Ventil 6 in den ersten Kolbenraum 3 geschöpft wird. Der Hubkolben 8 ist nahe seines zweiten Totpunkts, und der erste Kolbenraum 3 ist im wesentlichen mit Material 2 gefüllt. Das zweite Ventil 7 ist selbststeuernd geschlossen.

[0055] Im Zustand A' der Pumpe 1 ist der Ergänzungsraum, dessen Volumen durch die Stellung des Verdrängungskolbens 11 in der Ergänzungskammer 10 festgelegt ist, mit Material 2 gefüllt. In der beschriebenen Ausführungsform ist die Stellung des Verdrängungskolbens 11 zwischen einer ersten Stellung, die in Figur 3 in der Zustandsdarstellung B' dargestellt ist, und einer zweiten Stellung, die in Figur 3 in der Zustandsdarstellung A' dargestellt ist, veränderbar. Bei der ersten Stellung des Verdrängungskolbens 11 hat der Ergänzungsraum 12 ein erstes Volumen, bei der zweiten Stellung des Verdrängungskolbens 11 ein zweites Volumen.

[0056] Bei der beschriebenen erfindungsgemäßen Pumpe 1 mit der in Figur 3 dargestellten Funktionsweise ist das Füllen des Ergänzungsraums 12 mit Material 2 dadurch sichergestellt, dass der Verdrängungskolben 11 während des ersten Arbeitsschritts von der ersten Stellung in die zweite Stellung bewegt wird und sich dadurch das Volumen des Ergänzungsraums 12 von dem ersten zu dem zweiten Volumen verändert. Je nach der Beschaffenheit des Materials 2, wie etwa der Viskosität, und der Anordnung der Ergänzungskammer 10 kann das Volumen des Materials 2, das sich in dem Zustand A' in dem Ergänzungsraum befindet, durch die Differenz zwischen zweitem und erstem Volumen des Ergänzungsraums 12 oder alleine durch die zweite Stellung des Verdrängungskolbens 11 festgelegt sein. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Volumen des Materials 2 in dem Ergänzungsraum 12 im Zustand A' durch die zweite Stellung des Verdrängungskolbens 11 festgelegt.

[0057] Die Veränderung der Stellung des Verdrängungskolbens 11 kann dabei sowohl gleichzeitig als auch vor oder nach der Bewegung des Hubkolbens 8 von dem ersten Totpunkt zu dem zweiten Totpunkt erfolgen. Die Stellung des Verdrängungskolbens 11 kann insbesondere erfolgen, wenn der Hubkolben in einem Totpunkt verharrt. Das erste Ventil 6 ist bei der Veränderung der Stellung geöffnet. Das durch die Veränderung der Stellung des Verdrängungskolbens 11 in den Ergänzungsraum 12 gefüllte Materialvolumen, das der Differenz zwischen zweitem und erstem Volumen des Ergänzungs-

raums 12 entspricht, wird somit während des ersten Arbeitsschritts aus dem Materialbehälter entnommen. Durch eine Steuerung der Stellung des Verdrängungskolbens 11 kann somit das in dem ersten Arbeitsschritt in den ersten Kolbenraum 3 geförderte Materialvolumen verändert werden.

[0058] In dem Zustand B' in Figur 3 ist die Pumpe 1 in einem Zustand während des zweiten Arbeitsschritts. Dabei bewegt sich der Hubkolben 8 von dem zweiten Totpunkt zu dem ersten Totpunkt und verursacht dabei wie zu Figur 1 erläutert das zumindest teilweise Entleeren von Material 2 von dem ersten Kolbenraum 3 in den zweiten Kolbenraum 4 sowie einen Ausstoß von Material 2. Wie oben erläutert ist in dem zweiten Arbeitsschritt das erste Ventil 6 geschlossen und das zweite Ventil 7 geöffnet. Während des zweiten Arbeitsschritts wird in der beschriebenen erfindungsgemäßen Pumpe 1 der Verdrängungskolben 11 so angesteuert, dass er sich von der zweiten Stellung in die erste Stellung bewegt, wodurch der Ergänzungsraum 12 in der Ergänzungskammer 10 verkleinert wird. Das Volumen des Materials 2, das der Differenz der in der ersten Stellung und der zweiten Stellung des Verdrängungskolbens 11 gebildeten Ergänzungsraumvolumina entspricht, wird demnach während des zweiten Arbeitsschritts aus der Ergänzungskammer 10 in den ersten Kolbenraum 3 gefördert. Da das Material 2 in dem ersten Kolbenraum 3 während des zweiten Arbeitsschritts durch die Bewegung des Hubkolbens 8 von dem zweiten Totpunkt zu dem ersten Totpunkt unter Druck steht und dadurch wie oben beschrieben in den zweiten Kolbenraum 4 gefördert wird, wird das Volumen des Materials 2, das während des zweiten Arbeitsschritts von der Ergänzungskammer 10 in den ersten Kolbenraum 3 entleert wird, auch in den zweiten Kolbenraum 4 gefördert. Der Verdrängungskolben 11 kann dabei so angesteuert sein, dass er sich zum Verkleinern des Ergänzungsraums 12 von der zweiten Stellung in die erste Stellung bewegt, wenn der Hubkolben 8 zu Beginn des zweiten Arbeitsschritts in dem zweiten Totpunkt ist, am Ende des zweiten Arbeitsschritts in dem ersten Totpunkt ist oder während sich der Hubkolben 8 von dem zweiten Totpunkt zu dem ersten Totpunkt bewegt. Dabei ist stets das erste Ventil 6 geschlossen und das zweite Ventil 7 geöffnet.

[0059] In der beschriebenen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe 1 ist der Verdrängungskolben 11 so ansteuerbar, dass erste Stellung und zweite Stellung des Verdrängungskolbens 11 zwischen einer ersten und einer zweiten Endstellung des Verdrängungskolbens 11 kontinuierlich wählbar sind. Wenn die Stellung des Verdrängungskolbens 11 während eines Arbeitszyklus nicht verändert wird, wird das Material 2, das in dem ersten Arbeitsschritt in den Ergänzungsraum 12 gelangt, in dem zweiten Arbeitsschritt im wesentlichen nicht in den zweiten Kolbenraum 4 gefördert, da der Hubkolben 8 das Material 2 in dem Ergänzungsraum 12 während des zweiten Arbeitsschritts in Richtung zu dem Verdrängungskolben 11 unter Druck setzt. Demnach fördert

die erfindungsgemäße Pumpe 1, wenn die Stellung des Verdrängungskolbens 11 während des Arbeitszyklus nicht verändert wird, pro Arbeitszyklus im wesentlichen dasselbe Standardmaterialvolumen, das durch eine entsprechende herkömmliche in Figur 1 beschriebene Pumpe 100 in einem Arbeitszyklus gefördert wird.

[0060] Bei der in Figur 3 beschriebenen Funktionsweise der erfindungsgemäßen Pumpe 1 kann demnach zusätzlich zu dem Standardmaterialvolumen in einem Arbeitszyklus der Pumpe 1 das Volumen gefördert werden, das der Differenz zwischen den zweiten Volumen des Ergänzungsraums 12 in der zweiten Stellung des Verdrängungskolbens 11 und dem ersten Volumen des Ergänzungsraums 12 in der ersten Stellung des Verdrängungskolbens 11 entspricht. Über die Steuerung des Verdrängungskolbens 11 kann demnach durch Veränderung von erster Stellung und zweiter Stellung des Verdrängungskolbens 11 in der Ergänzungsraum 10 das pro Arbeitszyklus der Pumpe 1 geförderte Materialvolumen verändert werden. Entsprechend ist die Fördergeschwindigkeit der erfindungsgemäßen Pumpe 1 veränderbar.

[0061] In Figur 2 ist beispielhaft die Verdrängungskolbenkurve 21 einer nach der in Figur 3 beschriebenen Funktionsweise arbeitenden Pumpe 1 dargestellt. Die Stellung des Verdrängungskolbens 11 wird dabei während des ersten Arbeitsschritts von der ersten Stellung in die zweite Stellung dahingehend verändert, dass das Volumen des Ergänzungsraums 12 von dem ersten Volumen zu dem zweiten Volumen vergrößert wird. Nach der Durchquerung des zweiten Totpunkts durch den Hubkolben 8 wird dann die Stellung des Verdrängungskolbens 11 von der zweiten Stellung in Richtung zur ersten Stellung verändert. Das Volumen des Ergänzungsraums 12 wird demnach zu Beginn des zweiten Arbeitsschritts von dem zweiten Volumen auf das erste Volumen verkleinert. Dadurch wird zu Beginn des zweiten Arbeitsschritts Druck auf das Material 2 in dem ersten Kolbenraum 3, und über das zweite Ventil 7 demnach auch auf das Material 2 in dem zweiten Kolbenraum 4 eingebracht. Dadurch kann der Druckabfall, der in der Druckkurve 32 einer herkömmlichen Pumpe 100 in Figur 2 dargestellt ist, gemäß dem Verlauf der Druckkurve 22 einer erfindungsgemäßen Pumpe 1 deutlich verringert werden. Dies kann zu einer kontinuierlichen Förderung von Material 2 und zu einer präziseren Einstellung der Fördergeschwindigkeit beitragen. Diesen Vorteil kann eine erfindungsgemäße Pumpe 1 auch bei konstant gleichbleibender Fördergeschwindigkeit bieten.

[0062] In Figur 4 sind die Zustände A" und B" einer erfindungsgemäßen Pumpe 1 dargestellt, wobei die erfindungsgemäße Pumpe so angesteuert ist, dass das pro Arbeitszyklus geförderte Materialvolumen kleiner als das pro Arbeitszyklus geförderte Standardmaterialvolumen einer entsprechenden herkömmlichen Pumpe 100 ist.

[0063] In dem Zustand A" ist die Pumpe 1 in einem Zustand am Ende des ersten Arbeitsschritts. Das erste

Ventil 6 ist geöffnet und das zweite Ventil 7 ist geschlossen, und Material 2 wird von dem Materialbehälter in den ersten Kolbenraum 3 gefördert. In dem Zustand B" ist die Pumpe 1 während des zweiten Arbeitsschritts dargestellt, bei dem durch den über den Verdrängungskolben 11 ausgeübten Druck auf das Material 2 Material 2 von dem ersten Kolbenraum 3 in den zweiten Kolbenraum 4 gefördert wird. In dem Zustand B" ist das erste Ventil 6 geschlossen und das zweite Ventil 7 geöffnet.

[0064] Bei der in Figur 4 beschriebenen Funktionsweise der erfindungsgemäßen Pumpe 1 ist der Verdrängungskolben 11 in der Ergänzungsraum 10 so gesteuert, dass das erste Volumen des Ergänzungsraums 12 in der ersten Stellung des Verdrängungskolbens 11 während des ersten Arbeitsschritts der Pumpe 1 kleiner ist als das zweite Volumen des Ergänzungsraums 12 in der zweiten Stellung des Verdrängungskolbens 11 während des zweiten Arbeitsschritts der Pumpe 1. Wie oben beschrieben kann die Stellung des Verdrängungskolbens 11 sowohl während der Bewegung des Hubkolbens 8 erfolgen als auch dann, wenn der Hubkolben 8 in seinem ersten oder zweiten Totpunkt ist oder verharrt.

[0065] Bei der in Figur 4 beschriebenen Funktionsweise der erfindungsgemäßen Pumpe 1 gelangt somit ein Volumen des Materials 2, das der Differenz zwischen erstem und zweitem Volumen des Ergänzungsraums 12 entspricht, nach dem Abschluss des ersten Arbeitsschritts, und somit nach dem Befüllen des ersten Kolbenraums 3 mit Material 2, von dem ersten Kolbenraum 3 in den Ergänzungsraum 12 in der Ergänzungsraum 10. Die Pumpe 1 ist so ausgestaltet, dass der Hubkolben 8 bei dem Entleeren des Materials 2 von dem ersten Kolbenraum 3 in den zweiten Kolbenraum 4 nicht gleichzeitig ein Entleeren von Material 2 aus dem Ergänzungsraum 12 in den zweiten Kolbenraum 4 bewirkt. Entsprechend fördert die in Figur 4 beschriebene erfindungsgemäße Pumpe 1 pro Arbeitszyklus ein Materialvolumen, das dem Standardmaterialvolumen abzüglich der Differenz zwischen erstem Volumen und zweitem Volumen des Ergänzungsraums 12 entspricht. Somit ist die Fördergeschwindigkeit der erfindungsgemäßen Pumpe 1 nach Figur 4 gegenüber einer entsprechenden herkömmlichen Pumpe 100 verringert.

[0066] Während des ersten Arbeitsschritts eines auf einen ersten Arbeitszyklus folgenden Arbeitszyklus kann die Stellung des Verdrängungskolbens 11 von der zweiten Stellung in die erste Stellung zurückbewegt werden. Dadurch wird das Volumen des Materials 2, das der Differenz zwischen erstem und zweitem Volumen des Ergänzungsraums 12 entspricht, während des ersten Arbeitsschritts, und damit bei dem Befüllen des ersten Kolbenraums 3 mit Material 2, von dem Ergänzungsraum 12 in den ersten Kolbenraum 3 entleert. Diese Entleerung erfolgt, bevor der Hubkolben 8 den zweiten Totpunkt erreicht. Entsprechend wird in diesem ersten Arbeitsschritt aus dem Materialbehälter ein Volumen entnommen, das der Differenz zwischen dem Volumen des ersten Kolbenraums 3 und dem aus dem Ergänzungsraum 12 entleer-

ten Materialvolumen entspricht. Die Fördergeschwindigkeit der Pumpe 1 ist also effektiv verringert.

[0067] In der beschriebenen Ausführungsform der Pumpe 1 erfolgt das Befüllen und Entleeren des ersten Kolbenraums 3 mit Material 2 durch die Bewegung des Hubkolbens 8. Dabei bewirkt der Hubkolben 8 zumindest nicht das Entleeren des Ergänzungsraums 12 gleichzeitig mit dem Entleeren des ersten Kolbenraums 3. In der beschriebenen Ausführungsform wird dies dadurch gewährleistet, dass der Hubkolben 8 in dem zweiten Arbeitsschritt, und damit bei der Bewegung zur Förderung von Material 2 von dem ersten Kolbenraum 3 in den zweiten Kolbenraum 4, Druck auf das Material 2 von dem ersten Kolbenraum 3 weg in Richtung zu der Ergänzungskammer 10 ausübt. Es ist jedoch auch möglich, eine erfindungsgemäße Pumpe 1 zu realisieren, indem Trennwände vorgesehen sind, deren Stellung veränderbar ist und die ein entsprechendes Entleeren und/oder Befüllen des Ergänzungsraums 12 in Abhängigkeit von ihrer Stellung verhindern oder ermöglichen können. Die Ergänzungskammer 10 muss dabei nicht zwingend als Zylinder-Kolben Einrichtung ausgebildet sein, sondern kann beispielsweise auch durch entsprechende Membranen, deren Stellung ansteuerbar ist, realisiert sein. Auch kann die Ergänzungskammer 10 bei einer erfindungsgemäßen Hubkolbenpumpe 1 innerhalb des ersten Kolbenraums 3 angeordnet sein.

[0068] Bei den in Figur 3 und 4 beschriebenen Funktionsweisen einer erfindungsgemäßen Pumpe 1 ist der Verdrängungskolben 11 in der Ergänzungskammer 10 durch eine Steuereinheit ansteuerbar. Die Steuereinheit kann dabei möglicherweise auch mit einer Steuerung oder Antriebseinrichtung des Hubkolbens 8 gekoppelt sein.

[0069] In einer nicht dargestellten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe 1 kann die Stellung eines Verdrängungsmittels in einer Ergänzungskammer 10 auch während eines Arbeitszyklus konstant gehalten werden, wobei mittels der Stellung des Verdrängungsmittels in der Ergänzungskammer 10 das pro Arbeitszyklus geförderte Materialvolumen veränderbar ist.

Bezugszeichenliste

[0070]

1	Pumpe, Hubkolbenpumpe
2, 2a	Material
3	erster Kolbenraum
4	zweiter Kolbenraum
5	Auslass
6	erstes Ventil
7	zweites Ventil
8	Hubkolben
9	Bypass
10	Ergänzungskammer
11	Verdrängungskolben
12	Ergänzungsraum

100	herkömmliche Pumpe, herkömmliche Hubkolbenpumpe
21	Verdrängungskolbenkurve
22	erfindungsgemäße Druckkurve
5 31	Hubkolbenkurve
32	herkömmliche Druckkurve

Patentansprüche

1. Pumpe zum Fördern einer Menge von fluidem Material aus einem Materialbehälter in einem Fördervorgang mit einer Vielzahl von Arbeitszyklen, wobei die Pumpe einen Förderraum umfasst, der in einem ersten Arbeitsschritt der Pumpe zumindest abschnittsweise mit Material gefüllt wird und in einem zweiten Arbeitsschritt der Pumpe zumindest abschnittsweise entleert wird, um das Material zu fördern, wobei der erste und zweite Arbeitsschritt jeweils Teil eines Arbeitszyklus sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Größe des Förderraums der Pumpe während des Pumpenbetriebs so veränderbar ist, dass in verschiedenen Arbeitszyklen des Fördervorgangs unterschiedliche Volumina des Materials förderbar sind,
und/oder dass
der Förderraum eine Ergänzungskammer mit Ergänzungsraum umfasst, und dass das Volumen des Ergänzungsraums während des Betriebs der Pumpe veränderbar ist.
2. Pumpe nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Förderraum Mittel aufweist oder mit diesen zusammenwirkt, durch welche die Größe des Förderraums veränderbar ist, und die während eines Arbeitszyklus zur Änderung der Größe des Förderraums einstellbar sind, so dass das Volumenverhältnis zwischen dem Materialvolumen, das in dem ersten Arbeitsschritt in den Förderraum gefördert wird, und dem Materialvolumen, das in dem zweiten Arbeitsschritt aus dem Förderraum entleert wird, veränderbar ist.
3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Förderraum eine Ergänzungskammer mit Ergänzungsraum umfasst, und dass das Volumen des Ergänzungsraums während des Betriebs der Pumpe veränderbar ist.
4. Pumpe nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Förderraum einen Pumpenraum umfasst, wobei das Volumen des Ergänzungsraums unabhängig von dem Volumen des Pumpenraums veränderbar ist.

5. Pumpe nach einem der Ansprüche 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Förderraum ein Arbeitsmittel aufweist, mittels
dessen das Volumen des Ergänzungsraums wäh-
rend eines Arbeitszyklus der Pumpe zwischen ei-
nem ersten Volumen und einem zweiten Volumen
veränderbar ist, um das in einem Arbeitszyklus ge-
förderte Materialvolumen um das Volumen, das der
Differenz zwischen zweitem und erstem Volumen
entspricht, zu verändern, wobei das Arbeitsmittel
durch eine Steuereinheit
gesteuert ist.
6. Pumpe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste- und/oder das zweite Volumen
des Ergänzungsraums während des Betriebs der
Pumpe veränderbar ist.
7. Pumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Pumpe ein erstes Ventil und ein zweites Ventil
umfasst, wobei der Förderraum bei geöffnetem er-
sten Ventil zum Füllen mit Material mit dem Materi-
albehälter und bei geöffnetem zweiten Ventil zum
Entleeren von Material mit einer Auslasskammer in
Verbindung steht, wobei erstes Ventil und zweites
Ventil im Betrieb der Pumpe einander abwechselnd
geöffnet und geschlossen sind.
8. Pumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ergänzungskammer ein Verdrängungsmittel
umfasst, wobei das Volumen des Ergänzungsraums
durch die Stellung des
9. Pumpe nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
Ergänzungskammer und Verdrängungsmittel als
Zylinder-Kolben Anordnung ausgebildet sind, wobei
das Verdrängungsmittel als Verdrängungskolben
ausgebildet ist, durch den der Ergänzungsraum be-
grenzt ist.
10. Pumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Pumpe als Hubkolbenpumpe ausgebildet ist, de-
ren Förderraum einen ersten Kolbenraum umfasst,
und die einen zweiten Kolbenraum aufweist sowie
einen Hubkolben, dass an dem ersten Kolbenraum
die Ergänzungskammer vorgesehen ist, und dass
der Hubkolben in dem ersten Arbeitsschritt zum För-
dern des Materials von dem Materialbehälter in den
ersten Kolbenraum von einem ersten Totpunkt zu
einem zweiten Totpunkt bewegbar ist und in dem
zweiten Arbeitsschritt zum Entleeren des Materials
von dem ersten Kolbenraum in den zweiten Kolben-
raum von dem zweiten Totpunkt zu dem ersten Tot-
punkt bewegbar ist.
11. Pumpe nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Pumpe einen Bypass umfasst, durch den der er-
ste Kolbenraum und der zweite Kolbenraum mitein-
ander verbunden sind, dass in dem Bypass das
zweite Ventil angeordnet ist, welches als Rück-
schlagventil ausgebildet ist, so dass ein Rückfluss
von Material von dem zweiten Kolbenraum in den
ersten Kolbenraum verhindert ist.
12. Pumpe nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Volumen des Ergänzungsraums in der Ergän-
zungskammer im Betrieb so veränderbar ist, dass
das Volumenverhältnis zwischen dem Volumen des
Ergänzungsraums bei dem Passieren des ersten
Totpunkts durch den Hubkolben und dem Volumen
des Ergänzungsraums bei dem Passieren des zwei-
ten Totpunkts durch den Hubkolben im Betrieb ver-
änderbar ist.
13. Pumpe nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Volumenverhältnis in Abhängigkeit von einer
vorgegebenen Fördergeschwindigkeit während eines
Arbeitszyklus einstellbar ist.
14. System umfassend zumindest zwei Pumpen, von
denen zumindest eine nach einem der vorangehen-
den Ansprüche ausgestaltet ist und die jeweils einem
Materialbehältern zugeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
beide Pumpen so gekoppelt angetrieben sind, dass
sie die Arbeitsschritte synchron mit derselben Fre-
quenz durchführen, und dass die Größe des Förder-
raums mindestens einer der beiden Pumpen unab-
hängig von dem der anderen veränderbar ist.
15. System nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
mittels einer Steuereinheit die Veränderung des För-
derraums einer oder beider der Pumpen steuerbar
ist, um den Istwert der Fördergeschwindigkeit der
angesteuerten Pumpe in Richtung auf einen Sollwert
der Fördergeschwindigkeit der Pumpe hin zu än-
dern.
16. System nach einem der Ansprüche 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Veränderung des Förderraums einer oder beider
Pumpen in Abhängigkeit von dem Füllstand zumin-
dest eines der beiden den beiden Pumpen zugeord-
neten Materialbehältern steuerbar ist.
17. Verfahren zum Steuern der Fördergeschwindigkeit
einer Pumpe, wobei die Pumpe fluides Material aus
einem Materialbehälter fördert, indem in einem er-
sten Arbeitsschritt ein Förderraum zumindest ab-

schnittsweise mit Material gefüllt wird und in einem zweiten Arbeitsschritt das Material zumindest teilweise aus dem Förderraum entleert wird, wobei der erste und zweite Arbeitsschritt jeweils Teil eines Arbeitszyklus sind,

5

dadurch gekennzeichnet, dass

zur Veränderung des pro Arbeitszyklus geförderten Materialvolumens der Förderraum der Pumpe während des Betriebs der Pumpe verändert wird, und/oder dass

10

das Volumen eines Ergänzungsraums in einer Ergänzungskammer, die von dem Förderraum umfasst ist, während des Betriebs der Pumpe verändert wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

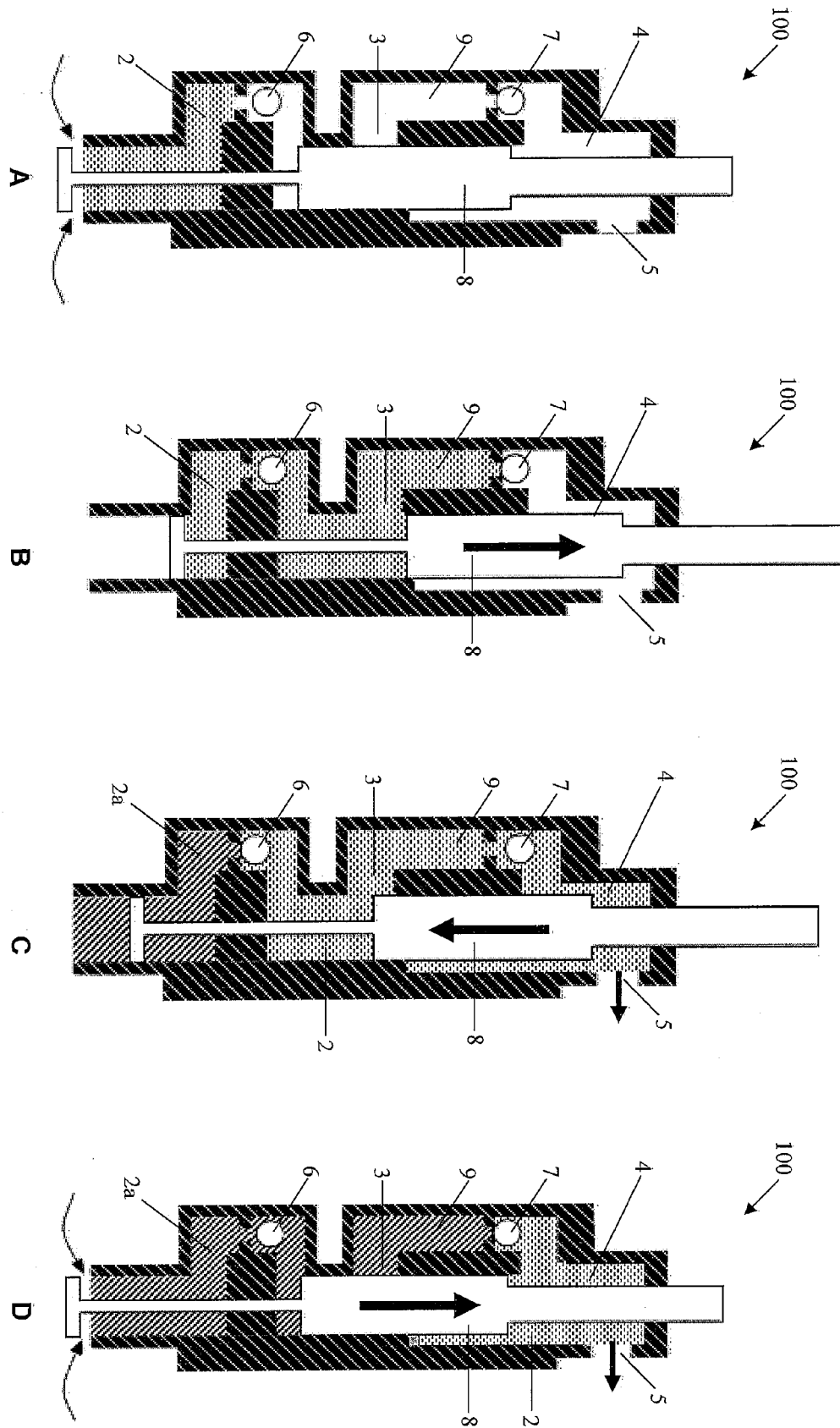


Fig. 2

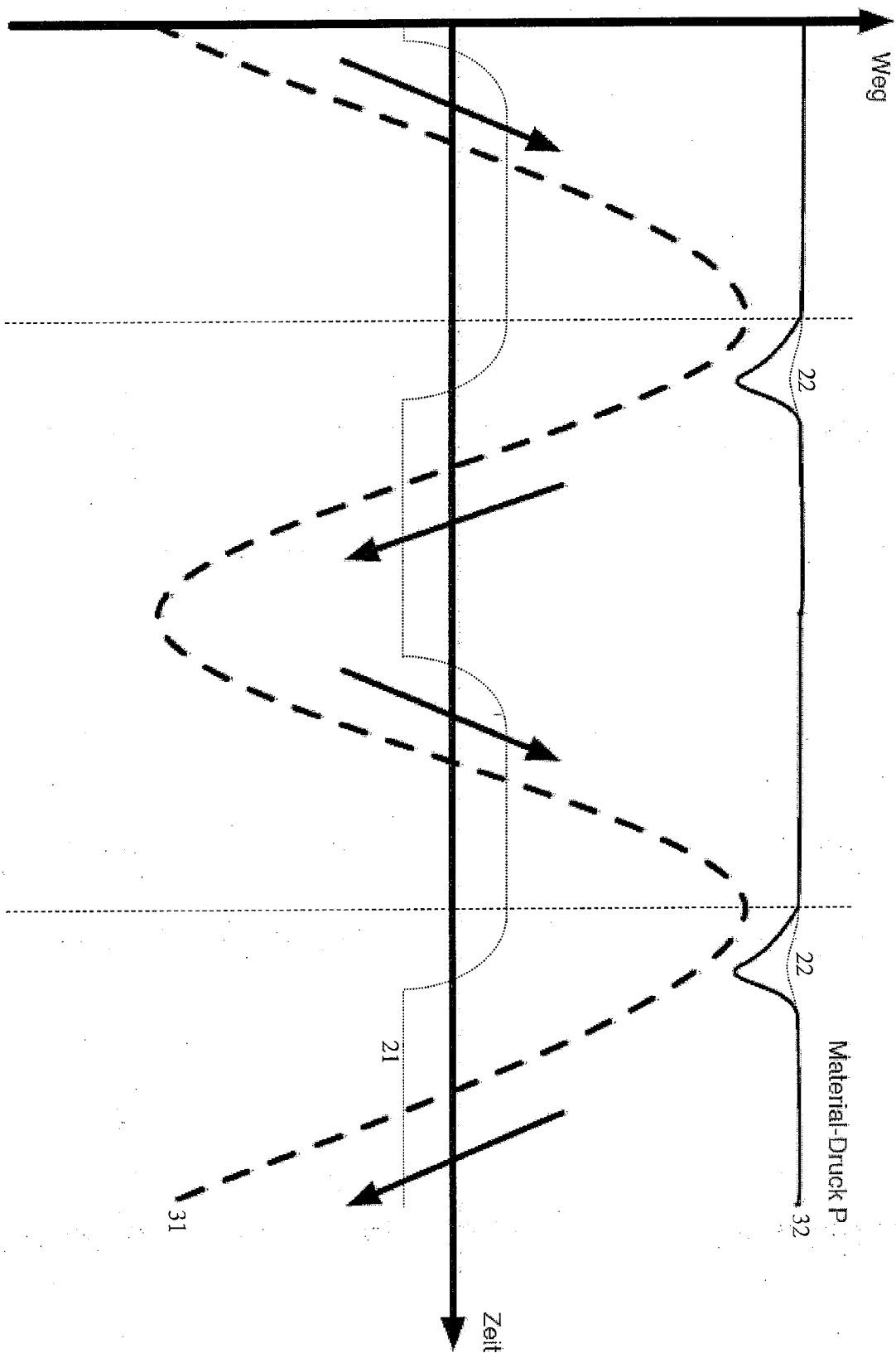


Fig. 3

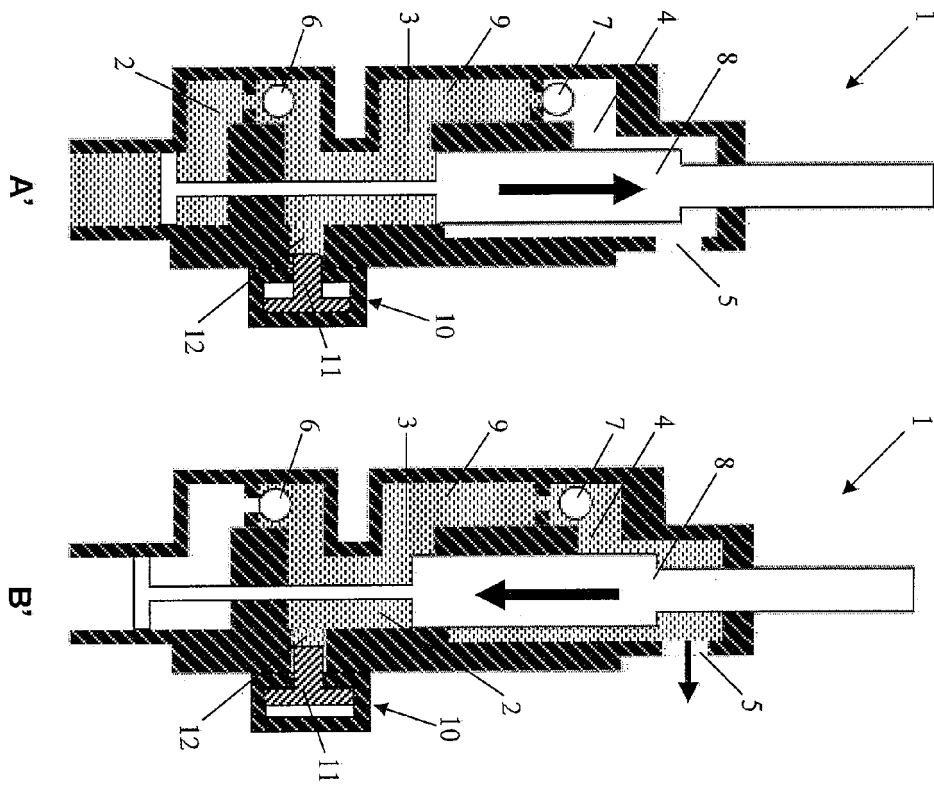
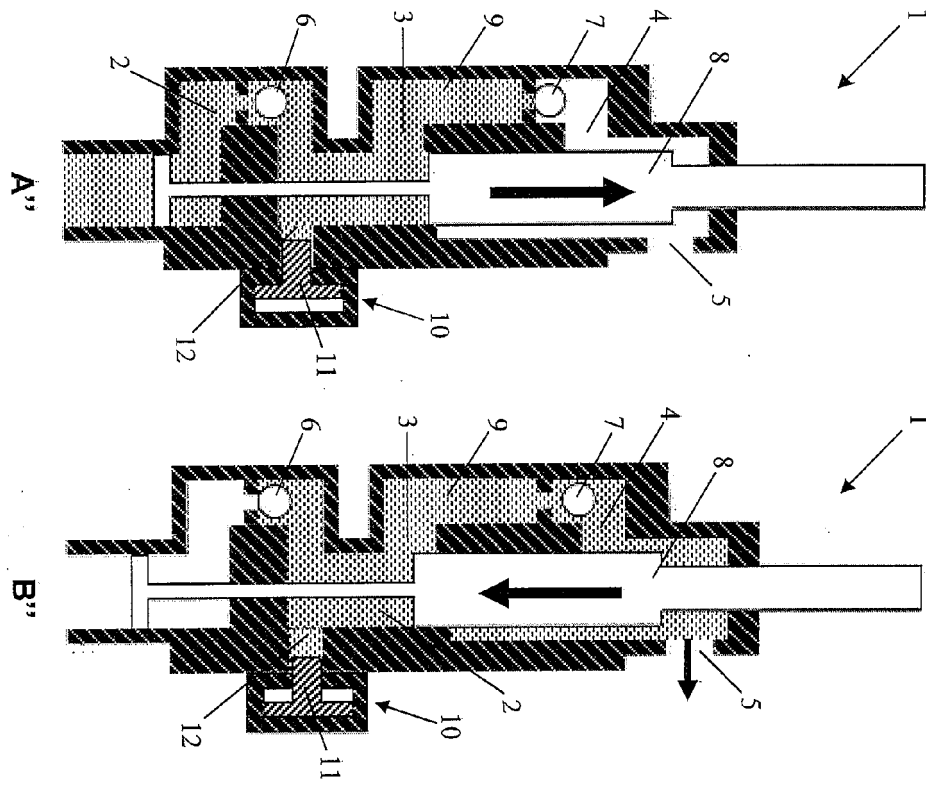


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 16 5695

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 17 03 650 A1 (GNI I P INSTITUT NEFTIJANOWO MASHINOSTROJENIJA GIPRONEFTEMASCH [RU]) 27. Januar 1972 (1972-01-27)	1-9, 14-17	INV. F04B3/00 F04B5/00 F04B5/02 F04B13/00 F04B49/16
A	* Seite 2, Zeile 2 - Seite 3, Zeile 18 * * Seite 4, Zeile 22 - Seite 7, Zeile 22 * * Abbildungen 1,2 *	10-13	
X	CH 227 216 A (SULZER AG [CH]) 31. Mai 1943 (1943-05-31) * Seite 1, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 4 * * Abbildung 2 *	1-9,17	
X	DE 10 2008 005429 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME GMBH [DE]) 23. Juli 2009 (2009-07-23) * Abbildung 2 * * Absatz [0009] - Absatz [0011] * * Absatz [0033] - Absatz [0038] *	1-9,17	
X	GB 650 060 A (PATERSON, WILLIAM [GB]) 14. Februar 1951 (1951-02-14) * Seite 2, Zeile 74 - Seite 3, Zeile 65 * * Abbildungen 1-6 *	1-8,17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	DE 42 06 817 A1 (FICHT GMBH [DE]) 29. April 1993 (1993-04-29) * Spalte 2, Zeile 32 - Seite 3, Zeile 23 * * Seite 1 *	1-3,17	F04B
X	DE 742 155 C (MASCHINENFABRIK ESSLINGEN [DE]) 23. November 1943 (1943-11-23) * das ganze Dokument *	1-3,17	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. August 2012	Prüfer Gnüchtel, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 12 16 5695

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-08-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1703650 A1	27-01-1972	KEINE	
CH 227216 A	31-05-1943	KEINE	
DE 102008005429 A1	23-07-2009	CN 101903227 A	01-12-2010
		DE 102008005429 A1	23-07-2009
		EP 2234856 A2	06-10-2010
		JP 2011509878 A	31-03-2011
		WO 2009092528 A2	30-07-2009
GB 650060 A	14-02-1951	KEINE	
DE 4206817 A1	29-04-1993	KEINE	
DE 742155 C	23-11-1943	KEINE	

EPO FORM P0481

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- CH 701376 B1 [0008]