

(19)



(11)

EP 3 536 976 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.09.2019 Patentblatt 2019/37

(51) Int Cl.:
F15B 1/033^(2006.01) F15B 15/20^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18160844.9**

(22) Anmeldetag: **09.03.2018**

(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
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **MetisMotion GmbH**
81549 München (DE)

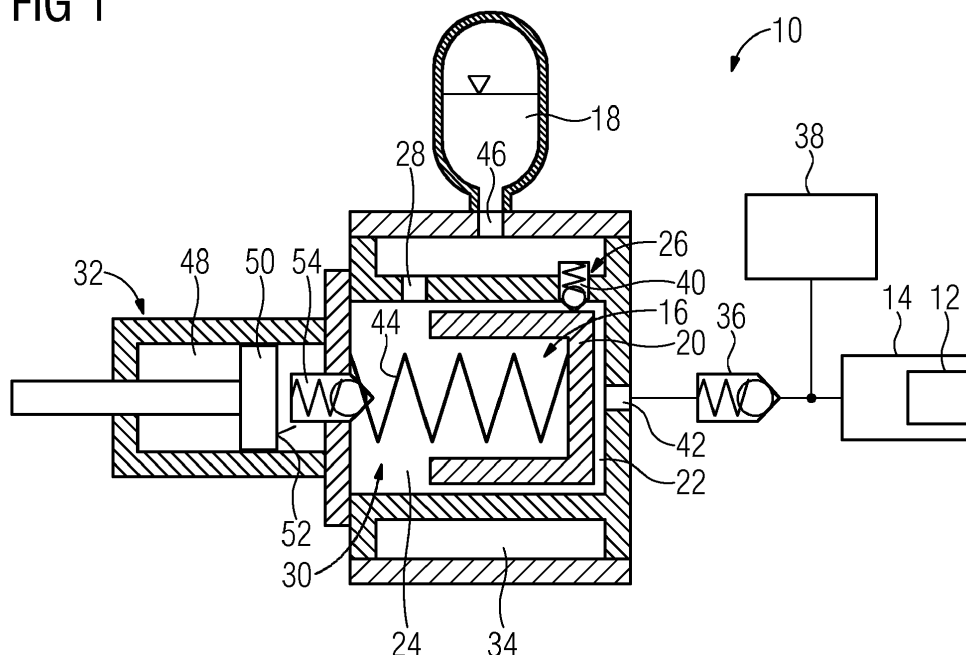
(72) Erfinder:
 • **Bachmaier, Georg**
80469 München (DE)
 • **Fröse, Patrick**
80539 München (DE)
 • **Zöls, Wolfgang**
81249 München-Lochhausen (DE)

(74) Vertreter: **Hofstetter, Schurack & Partner**
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei
PartG mbB
Balanstrasse 57
81541 München (DE)

(54) SPEICHERAKTOR

(57) Die Erfindung betrifft einen Speicheraktor (10) zum Betätigen einer Abtriebsvorrichtung (32), mit wenigstens einem Energiespeicher (18), mit einer Antriebsvorrichtung (14), mittels welcher in wenigstens einem ersten Betriebszustand des Speicheraktors (10) Energie in den Energiespeicher (18) einspeicherbar ist, wobei der Speicheraktor (10) wenigstens einen zweiten Betriebs-

zustand aufweist, in welchem von dem Energiespeicher (18) zumindest ein Teil der in dem Energiespeicher (18) gespeicherten Energie bereitstellbar ist, wodurch die Abtriebsvorrichtung (32) mit der bereitgestellten Energie versorgbar und dadurch betätigbar ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betätigen einer Abtriebsvorrichtung (32) mittels eines Speicheraktors (10).

FIG 1**EP 3 536 976 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Speicheraktor sowie eine Verfahren zum Betreiben eines Speicheraktors.

[0002] Im Allgemeinen versteht man unter einem Aktor ein Gerät oder eine Vorrichtung, welche elektrische Signale in mechanische Bewegung oder eine andere physikalische Größe umwandeln und somit Arbeit verrichten kann. Es sind verschiedenste Aktorkonzepte bekannt, wie beispielsweise Hydraulik- oder Pneumatikaktoren. Des Weiteren gibt es sogenannte Festkörperaktoren und Polymeraktoren. Ein Form eines Festkörperaktors ist der Piezoaktor, bei welchem eine gerichtete Verformung eines piezoelektrischen Materials (kurz: Piezo) ausgenutzt wird, um Arbeit zu verrichten. Wird ein Piezoaktor mit einer Hydraulik kombiniert, erhält man einen sogenannten piezohydraulischen Aktor. Allen Aktorkonzepten gemein ist, dass bei der mechanischen Bewegung des Aktors, dieser Arbeit verrichtet. Dabei hängt die durch den Aktor bereitgestellte, insbesondere mechanische, Leistung im Wesentlichen von dem Produkt aus Kraft und Geschwindigkeit ab. Durch dieses Produkt ergibt sich eine den jeweiligen Aktor charakterisierende Kennziffer des Aktors. Ist bei einer Anwendung mehr Leistung gefordert, als der Aktor erbringen kann, wird in der Regel häufig beispielsweise eine größere Variante des Aktors verwendet. So kann dies beispielsweise bei Piezoaktoren eine Version mit größerem Volumen, beispielsweise des Antriebs, sein. Eine einfache Vergrößerung des Aktor kann jedoch zu hohen Kosten führen. Darüber hinaus wächst der benötigte Bauraum für den entsprechenden Aktor, was bei manchen Anwendungen unerwünscht beziehungsweise nicht realisierbar ist, wie beispielsweise bei speziellen, medizinischen Anwendungen. Alternativ zu größeren Aktorversionen besteht auch die Möglichkeit, Aktoren, welche ein anderes Aktorkonzept aufweisen, zu verwenden. Dies ist jedoch oft nicht möglich, da gewünschte Effizienzen und somit Leistungen ebenfalls nicht durch ein alternatives Aktorkonzept realisierbar sind.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Speicheraktor und ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Speicheraktors zu schaffen, dessen Abtriebsvorrichtung mit einer besonders großen Leistung betreibbar ist.

[0004] Diese Aufgabe wird durch einen Speicheraktor mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Ferner wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 14 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

[0005] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft einen Speicheraktor zum Betätigen einer Abtriebsvorrichtung, mit wenigstens einem Energiespeicher und mit einer Antriebsvorrichtung. Mittels der Antriebsvorrichtung ist in wenigstens einem ersten Betriebszustand des Speicheraktors Energie in den Energiespeicher einspeicherbar. Der Speicheraktor weist wenigstens einen zweiten Be-

triebszustand auf, in welchem von dem Energiespeicher zumindest ein Teil der in dem Energiespeicher gespeicherten Energie bereitstellbar ist, wodurch die Abtriebsvorrichtung mit der bereitgestellten Energie versorgbar und dadurch betätigbar ist. Der erste Betriebszustand kann als Speicherzustand bezeichnet werden. Der zweite Betriebszustand kann als Aktuierzustand bezeichnet werden. Durch den erfindungsgemäßen Speicheraktor ergibt sich der Vorteil, dass, aufgrund der wenigstens zwei Betriebszustände und der damit einhergehenden Speicherung der Energie in dem ersten Betriebszustand und dem anschließenden Freigeben der Energie in dem zweiten Betriebszustand, die Abtriebsvorrichtung mit einer besonders großen Leistung betreibbar ist. Die Abtriebsvorrichtung ist vorzugsweise eine mechanische Abtriebsvorrichtung.

[0006] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist wenigstens ein Reservoir zum Bereitstellen einer Hydraulikflüssigkeit vorgesehen. Die Hydraulikflüssigkeit ist in dem ersten Betriebszustand mittels der Antriebsvorrichtung in den Energiespeicher förderbar, wodurch die Energie in den Energiespeicher einspeicherbar ist, wobei der Energiespeicher in dem zweiten Betriebszustand zumindest ein Teil der in dem Energiespeicher gespeicherte Hydraulikflüssigkeit und dadurch zumindest den Teil der in dem Energiespeicher gespeicherten Energie bereitstellt, wodurch die Abtriebsvorrichtung mittels der bereitgestellten Hydraulikflüssigkeit betätigbar ist. Das heißt, dass beispielsweise wenigstens eine, beispielsweise mechanische, Komponente des Energiespeichers durch kinetische Energie der Hydraulikflüssigkeit, also durch ihre Bewegungsenergie, bewegt wird und dabei Energie aufnimmt beziehungsweise speichert, wenn die Hydraulikflüssigkeit in den Energiespeicher eingeleitet wird. Beispielsweise kann die Komponente ein Gewicht sein, welches in eine Speicherposition angehoben wird, wobei die Bewegungsenergie in Lageenergie, also potentiell Energie überführt wird. Alternativ oder zusätzlich kann die Komponente wenigstens ein, insbesondere elastisch, verformbares Element und/oder ein komprimierbares Fluid umfassen, wobei das Element verformt und/oder das Fluid komprimiert wird, die Hydraulikflüssigkeit in den Energiespeicher eingeleitet wird. Hierdurch speichert die Komponente Energie, welche mittels der Hydraulikflüssigkeit übertragen wird. Dadurch wird Energie mittels des Energiespeichers gespeichert. Solange die Komponente in der Speicherposition verharrt, kann der Energiespeicher die Energie speichern. Beispielsweise kann die Energie statt in Lageenergie auch in Druck- und/oder Verformungsenergie überführt werden, indem beispielsweise die Komponente deformiert und/oder komprimiert wird. Bei einem Entspannen, bei welcher die Komponente in ihren ursprünglichen Zustand übergeht, den die Komponente vor dem Deformieren beziehungsweise Komprimieren eingenommen hat, ist die gespeicherte Energie, insbesondere zurück in beziehungsweise an die Hydraulikflüssigkeit, wieder abgebar. So kann gesagt werden, dass in der Hydraulik-

flüssigkeit Energie, insbesondere in Form von Drucker-
 energie, gespeichert sein kann, sodass in dem Energie-
 speicher mittels der Hydraulikflüssigkeit Energie gespei-
 chert werden kann. Durch die Hydraulikflüssigkeit kann
 der Energiespeicher besonders einfach mit Energie be-
 füllt werden, sodass die Abtriebsvorrichtung besonders
 vorteilhaft mit einer besonders großen Leistung betreib-
 bar ist.

[0007] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung
 umfasst der erfindungsgemäße Speicheraktor wenigstens
 einen Antriebsaktor aufweisende Antriebsvor-
 richtung zum Fördern der Hydraulikflüssigkeit. Ferner
 umfasst der Speicheraktor den Energiespeicher zum
 Speichern von Hydraulikflüssigkeit beziehungsweise
 von durch die Hydraulikflüssigkeit übertragbarer Ener-
 gie. Des Weiteren umfasst der, insbesondere hydraulische,
 Speicheraktor eine Kammer mit einem bewegbar
 in der Kammer angeordneten Kolbenelement, welches
 die Kammer in einem ersten Kammerbereich, in welchem
 die Hydraulikflüssigkeit mittels der Antriebsvorrichtung
 förderbar ist, und einen zweiten Kammerbereich unter-
 teilt. Das Kolbenelement ist durch beziehungsweise mit-
 tels Fördern der Hydraulikflüssigkeit in den ersten Kam-
 merbereich aus einer ersten Stellung in eine zweite Stel-
 lung bewegbar. In der zweiten Stellung gibt das Kolben-
 element eine erste Durchströmöffnung frei und versperrt
 eine zweite Durchströmöffnung, sodass die in den ersten
 Kammerbereich geförderte Hydraulikflüssigkeit aus dem
 ersten Kammerbereich über die erste Durchströmöff-
 nung in den Energiespeicher einleitbar ist. Ferner um-
 fasst der erfindungsgemäße Speicheraktor wenigstens
 eine Rückstelleinrichtung, mittels welcher das Kolben-
 element aus der zweiten Stellung in die erste Stellung be-
 wegbar ist, in welcher das Kolbenelement die zweite
 Durchströmöffnung freigibt und die erste Durchströmöff-
 nung versperrt, sodass zumindest ein Teil der in den En-
 ergiespeicher eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit aus dem
 Energiespeicher über die zweite Durchströmöffnung in
 den zweiten Kammerbereich einleitbar ist. Ferner weist
 der Speicheraktor eine Abtriebsvorrichtung auf, welche
 mit zumindest einem Teil der in den zweiten Kammerbe-
 reich eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit versorgbar und
 dadurch antreibbar ist. Die erste Stellung, in welcher sich
 das Kolbenelement befinden kann, kann auch als Aktu-
 ierstellung bezeichnet werden und charakterisiert eine
 Aktuierungsphase beziehungsweise den Aktuierzustand
 des gesamten Speicheraktors. Die zweite Stellung kann
 auch als Speicherstellung bezeichnet werden, in welcher
 der Speicheraktor, insbesondere dessen den Antriebs-
 aktor umfassende Antriebsvorrichtung, mechanische
 Energie bereitstellt, mittels welcher die Hydraulikflüssig-
 keit dem Energiespeicher zugeführt wird, sodass mittels
 der Hydraulikflüssigkeit Energie in dem Energiespeicher
 gespeichert wird. Befindet sich das Kolbenelement in der
 Speicherstellung, so befindet sich der Aktor, insbeson-
 dere das Kolbenelement, in dem Speicherzustand be-
 ziehungsweise dem ersten Betriebszustand.

[0008] Durch den Speicheraktor kann eine besonders

große mechanische Leistung erbracht werden. Insbe-
 sondere das erfindungsgemäße Kolbenelement, wel-
 ches die Kammer in einen ersten Kammerbereich und
 einen zweiten Kammerbereich unterteilt, ermöglicht es
 durch die von ihm einnehmbare erste Stellung und ein-
 nehmbar zweite Stellung, eine besonders große, vor-
 gebbare Menge an Energie zu speichern und eine ent-
 sprechende Menge in Form von Leistung an der Ab-
 triebsvorrichtung des Speicheraktors bereitzustellen be-
 beziehungsweise abzugeben. Der Speicheraktor funk-
 tioniert quasi in zwei Phasen, beziehungsweise weist die-
 ser wenigstens die zwei genannten Betriebszustände
 auf: Den Speicherzustand, während welchem sich das
 Kolbenelement in der zweiten Stellung beziehungsweise
 Speicherstellung befindet, und den Aktuierzustand, wäh-
 rend welchem sich das Kolbenelement in der ersten Stel-
 lung beziehungsweise Aktuierstellung befindet. Der er-
 findungsgemäße Speicheraktor eignet sich insbesonde-
 re für Anwendungen, bei welchen eine Auslösezeit des
 Speicheraktors eine nebengeordnete Rolle spielt, bei wel-
 chen jedoch eine besonders große Leistung mit mög-
 lichst konstanter Kraft und Geschwindigkeit über die ge-
 samte Aktuierungsphase an der Abtriebsvorrichtung ge-
 wünscht ist. Dabei ist der Zeitraum, während dessen die
 Aktuierung erfolgt, sprich die Dauer der Aktuierungspha-
 se, die Aktuierungszeit, das heißt die Zeit, während wel-
 cher eine Stellung beziehungsweise Bewegung an der
 Abtriebsvorrichtung stattfindet. Die Auslösezeit ist die
 Zeit, welche von der ersten Betätigung des Antriebsak-
 tors beziehungsweise dessen Einschalten bis zum Be-
 ginn der Aktuierung vergeht. Der Beginn der Aktuierung
 ist das Starten einer Bewegung an der Abtriebsvorrich-
 tung.

[0009] In der zweiten Stellung des Kolbenelements be-
 ziehungsweise in dem Speicherzustand wird die durch
 die Antriebsvorrichtung beziehungsweise den wenigstens
 einen Antriebsaktor bereitgestellte, insbesondere
 mechanische, Energie, beispielsweise in Form von hy-
 draulischer Energie, in dem, insbesondere hydraulischen,
 Energiespeicher gespeichert. Dazu wird die Hy-
 draulikflüssigkeit mittels des Antriebsaktors in den ersten
 Kammerbereich der Kammer gefördert beziehungsweise
 bewegt.

[0010] Befindet sich das Kolbenelement zunächst in
 der ersten Stellung, und wird dabei mittels des Antriebs-
 aktors die Hydraulikflüssigkeit zu dem beziehungsweise
 in den ersten Kammerbereich gefördert, so wird dadurch
 das Kolbenelement aus der ersten Stellung in die zweite
 Stellung bewegt. Dabei gibt das Kolbenelement die erste
 Durchströmöffnung, welche aus dem ersten Kammerbe-
 reich zumindest mittelbar zu dem zum Speichern der Hy-
 draulikflüssigkeit ausgebildeten Energiespeicher führt,
 frei. In der Folge kann die Hydraulikflüssigkeit von dem
 ersten Kammerbereich in den Energiespeicher strömen.
 Durch das Freigeben der ersten Durchströmöffnung
 kann somit eine Speicherung der Hydraulikflüssigkeit be-
 ziehungsweise der in der Hydraulikflüssigkeit enthalte-
 nen Energie in dem Energiespeicher, insbesondere mit-

tels einer Einleitung der Hydraulikflüssigkeit in den Energiespeicher, erfolgen. Dabei kommt die in der Hydraulikflüssigkeit enthaltene Energie, insbesondere durch eine Beaufschlagung der Hydraulikflüssigkeit mit einem Druck zustande, mittels welchem insbesondere mechanische Arbeit, insbesondere an der Abtriebsvorrichtung, bewirkt beziehungsweise verrichtet werden kann.

[0011] Unterbleibt nun die Förderung der Hydraulikflüssigkeit beziehungsweise ein Einleiten der Hydraulikflüssigkeit in den ersten Kammerbereich durch die Antriebsvorrichtung, das heißt wird die mittels der Antriebsvorrichtung bewirkte Förderung der Hydraulikflüssigkeit in den ersten Kammerbereich beendet, so kann das Kolbenelement insbesondere mittels der Rückstelleneinrichtung aus der zweiten Stellung in die erste Stellung bewegt werden. In der zweiten Stellung ist die zweite Durchströmöffnung freigegeben und die erste Durchströmöffnung versperrt. Durch das Versperren der ersten Durchströmöffnung kann somit keine Hydraulikflüssigkeit aus dem Energiespeicher zurück in den ersten Kammerbereich fließen beziehungsweise strömen. Durch die freigegebene zweite Durchströmöffnung kann nun die Hydraulikflüssigkeit aus dem Energiespeicher in den zweiten Kammerbereich fließen, beziehungsweise ist die Hydraulikflüssigkeit in diesen einleitbar beziehungsweise förderbar. Während des Aktuierzustands kann die über die zweite Durchströmöffnung in den zweiten Kammerbereich eingeleitete beziehungsweise eingeförderte Hydraulikflüssigkeit beziehungsweise ein Teil dieser Hydraulikflüssigkeit weiter in die Abtriebsvorrichtung geleitet beziehungsweise gefördert werden. Mit anderen Worten ist die Abtriebsvorrichtung mit zumindest einem Teil der Hydraulikflüssigkeit versorgbar und durch diese antreibbar, sodass der Speicheraktor an der Abtriebsvorrichtung und somit an seinem Abtrieb mechanische Arbeit verrichten kann. Wie oben bereits erwähnt eignet sich der Speicheraktor besonders für Anwendungen, bei welchen die Auslösezeit eine nebengeordnete Rolle spielt. Daher ist die Speicherphase beziehungsweise der Speicherzustand nicht zeitkritisch, wodurch in besonders großen Maße gewährleistet werden kann, dass der Energiespeicher mit ausreichend Energie befüllt werden kann, um die geforderte Leistung für den Aktuierzustand, beziehungsweise die Aktuierung selbst, bereitzustellen. Hierdurch kann durch den erfindungsgemäßen Speicheraktor eine besonders große Leistung bereitgestellt werden beziehungsweise kann ein vergleichsweise kleiner Antriebsaktor eine besonders große Leistungserhöhung erfahren, was bei alternativen Aktorkonzepten beispielsweise mit besonders großen Kosten verbunden wäre und/oder zu einem besonders großen Bauraumverbrauch führen kann. Des Weiteren kann der erfindungsgemäße Speicheraktor derart ausgebildet sein, dass dieser eine besonders hohe Kraftdichte aufweist, welche eine Randbedingung zum Betreiben des Speicheraktors darstellen kann. Dabei kann die geforderte Kraftdichte von alternativen Aktorkonzepten häufig ebenso nicht bereitgestellt werden. So ist beispielsweise

bei einem piezohydraulischen Aktor ohne Speicherkomponente eine Variation des Kraftbereichs und gleichzeitig des Geschwindigkeitsbereichs möglich, sodass dabei beispielsweise auch eine Größe des am Abtrieb beziehungsweise einer Abtriebsvorrichtung zur Verfügung stehenden Hubs verändert wird, wobei die Leistung eines Piezoaktors jedoch immer nur von dem Piezo beziehungsweise Piezoaktor selbst abhängt. Durch insbesondere den Energiespeicher des erfindungsgemäßen Speicheraktors kann die Kraftdichte besonders vorteilhaft gewählt werden. Dabei kann die Kraftdichte als Verhältnis des mit Hydraulikflüssigkeit befüllbaren Volumens der Abtriebsvorrichtung bezogen auf das gesamte Volumen des Speicheraktors, das heißt eine Gesamtheit aller mit Hydraulikflüssigkeit befüllbaren Komponenten, wie beispielsweise die Kammer und der Energiespeicher, verstanden werden.

[0012] Bei dem erfindungsgemäßen Speicheraktor ist die Speichereinheit des Aktors, der Energiespeicher, so umgesetzt beziehungsweise ausgebildet, dass die in ihm in Form von Energie gespeicherte Leistung, insbesondere aufgrund der Speicherstellung des Kolbenelements, während dem Speicher der durch die Antriebsvorrichtung bereitgestellten Energie, nicht freigegeben wird.

[0013] Ist beispielsweise der Energiespeicher hinreichend mit Hydraulikflüssigkeit befüllt, sodass beispielsweise in dem Energiespeicher eine vorgebbare oder gewünschte und somit hinreichende Menge an Energie gespeichert ist, welche beispielsweise für eine Betätigung der Abtriebsvorrichtung ausreicht, so wird beispielsweise die durch die Antriebsvorrichtung bewirkte Förderung der Hydraulikflüssigkeit zu dem beziehungsweise in den ersten Kammerbereich beendet. Insbesondere direkt im Anschluss gibt das Kolbenelement, insbesondere automatisch, die im Energiespeicher gespeicherte Energie frei, insbesondere dadurch, dass das Kolbenelement aus der zweiten Stellung in die erste Stellung mittels der Rückstelleneinrichtung bewegt wird. Die Freigabe der Energie erfolgt somit passiv, das heißt ohne weiteres Zutun beispielsweise eines Nutzer und/oder der Antriebsvorrichtung des Speicheraktors.

[0014] Der erfindungsgemäße Speicheraktor kann besonders konstante Abtriebsparameter, insbesondere bei Kraft und/oder Geschwindigkeit, während der Aktuierungsphase liefern, insbesondere dann, wenn bereits vor dem der Aktuierungsphase vorausgehenden Speicherzustand bereits eine gewisse Menge Energie im Energiespeicher enthalten ist. Das heißt, der Speicheraktor ist derart mit Hydraulikflüssigkeit beziehungsweise mit einer entsprechenden Menge an Hydraulikflüssigkeit gefüllt, sodass während des Speichervorgangs nur noch so viel Volumen der Hydraulikflüssigkeit in den Energiespeicher gepumpt werden muss, um einen geforderten Hub Δs des Abtriebs beziehungsweise der Abtriebsvorrichtung zu gewährleisten. Dabei hängt die Menge der benötigten Hydraulikflüssigkeit beziehungsweise das Volumen der benötigten Hydraulikflüssigkeit ΔV ab von

dem Produkt aus ΔS und einem Abtriebsquerschnitt A der Abtriebsvorrichtung.

[0015] Durch die Kombination der Antriebsvorrichtung mit dem Energiespeicher des erfindungsgemäßen Speicheraktors, kann vorteilhafterweise die Energie gespeichert und erst bei ausreichender, zur Verfügung stehender Menge selbiger freigegeben werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass eine Freigabe der Energie automatisch und ohne eine gesonderte Auslöseeinheit erfolgt, also auf passive Art. Durch die Verwendung des Energiespeichers kann der eigentliche Antriebsaktor wenig tatsächliche Leistung an der Antriebsvorrichtung bereitstellen, wodurch Kosten besonders gering gehalten werden können. Zusätzlich kann durch den erfindungsgemäßen Speicheraktor Bauraum eingespart werden. Ferner kann eine besonders hohe, realisierbare Energiedichte mit dem Speicheraktor erzeugt und dieser dadurch besonders vorteilhaft in möglichen Anwendungsszenarien integriert werden. Insgesamt kann der Speicheraktor dazu ausgebildet sein, eine besonders große mechanische Leistung erbringen zu können.

[0016] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist der Antriebsaktor als Festkörperaktor, insbesondere als Piezoaktor, und/oder Polymeraktor ausgebildet ist. Mit anderen Worten kann als Aktorkonzept der Antriebsvorrichtung aus einer Vielzahl von Aktorkonzepten ausgewählt werden. Festkörper und Polymeraktoren ist häufig gemein, dass diese einen Stellweg beziehungsweise Fahrweg aufweisen, welcher besonders kurz ist, wodurch bestimmte Anwendungen mit diesen Aktorkonzepten nicht realisierbar sind. So ist bei einem Piezoaktor der Stellweg beispielsweise durch eine maximale Verformbarkeit des Piezos begrenzt. Dafür kann ein Piezoaktor beispielsweise eine besonders große Kraftdichte bereitstellen. Durch den erfindungsgemäßen Speicheraktor kann in vorteilhafterweise ein Anwendungsbereich von beispielsweise Festkörperaktoren, wie dem Piezoaktor, vergrößert werden. Darüber hinaus kann eine Kombination von Kraftdichte und Leistung besonders vorteilhaft ausgestaltet werden. Der erfindungsgemäße Speicheraktor kann somit insbesondere als piezohydraulischer Speicheraktor ausgebildet sein.

[0017] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist der Speicheraktor ein in der ersten Durchströmöffnung angeordnetes Rückschlagventil auf, welches in Richtung des ersten Kammerbereichs sperrt. Dadurch wird ein Fluss beziehungsweise Rückfluss der Hydraulikflüssigkeit aus dem Energiespeicher zurück in den ersten Kammerbereich möglichst gering gehalten beziehungsweise unterbunden, wodurch beispielsweise ein besonders effizientes Speichern der Energie beziehungsweise der Hydraulikflüssigkeit beziehungsweise der in der Hydraulikflüssigkeit enthaltenen Energie durchgeführt werden kann. Darüber hinaus wird, insbesondere beim Wechsel aus der ersten Stellung in die zweite Stellung des Kolbenelements oder umgekehrt, ein Rückfluss besonders klein gehalten beziehungsweise vermieden, wodurch ein besonders hoher Wirkungsgrad

des Speicheraktors erreichbar ist.

[0018] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Antriebsvorrichtung eine mit der Hydraulikflüssigkeit versorgbare Antriebskammer und ein die Antriebskammer teilweise begrenzendes und von dem Antriebsaktor antreibbares Antriebskolbenelement auf, mittels welchem durch Antreiben des Antriebskolbenelements die Hydraulikflüssigkeit aus der Antriebskammer in den ersten Kammerbereich und über den ersten Kammerbereich und die erste Durchströmöffnung in den Energiespeicher zu fördern ist. Mit anderen Worten, wird das Antriebskolbenelement mittels des Antriebsaktors angetrieben und dadurch bewegt, so wird zumindest ein Teil der zunächst in der Antriebskammer aufgenommenen Hydraulikflüssigkeit aus der Antriebskammer mittels des Antriebskolbenelements herausgeführt. Kurz gesagt, weist die Antriebsvorrichtung einen zumindest teilweise durch die Antriebskammer und das Antriebskolbenelement gebildeten Hydraulikzylinder auf, welcher als sogenannter Arbeitszylinder fungiert. Dabei wird die Energie aus der Hydraulikflüssigkeit in eine besonders einfach steuerbare beziehungsweise handhabbare, wirkende Kraft umgesetzt, mittels welcher der Energiespeicher besonders vorteilhaft mit Energie beziehungsweise Hydraulikflüssigkeit befüllt werden kann. Dadurch ist beispielsweise eine besonders einfache und dadurch wartungsarme Antriebsvorrichtung realisierbar.

[0019] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung führt das Antriebskolbenelement durch den Antriebsaktor bewirkte Hübe zum Fördern der Hydraulikflüssigkeit mit einer Frequenz von weniger als 10000 Hertz, insbesondere kleiner 1000 Hertz aus. Durch diese für einen, insbesondere als Piezoaktor ausgebildeten, Antriebsaktor niedrige Frequenz kann beispielsweise ein besonders energieeffizienter und verschleißarmer Betrieb des Piezoaktors und somit des gesamten, insbesondere piezohydraulischen, Speicheraktors erreicht werden.

[0020] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Abtriebsvorrichtung eine Abtriebskammer, in welche die Hydraulikflüssigkeit einleitbar ist, und ein die Abtriebskammer teilweise begrenzendes Abtriebskolbenelement auf, welches eine mit der in die Abtriebskammer eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbare Abtriebsfläche aufweist. Durch Beaufschlagen der Abtriebsfläche des Abtriebskolbenelements mit der in die Abtriebskammer eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit ist das Abtriebskolbenelement antreibbar. Mit anderen Worten bilden das Abtriebskolbenelement und die Abtriebskammer zumindest teilweise einen Hydraulikzylinder aus, welcher besonders vorteilhaft die in dem Energiespeicher gespeicherte Hydraulikflüssigkeit zum Betreiben des Aktors umsetzt beziehungsweise einsetzt, wodurch beispielsweise besonders vorteilhaft eine gewünschte Abtriebsgeschwindigkeit und/oder eine gewünschte Abtriebskraft durch den Speicheraktor bereitgestellt werden kann. Mit anderen Worten, weist das Abtriebskolbenelement eine hydraulisch wirksame Ab-

triebsfläche auf, welche mit der in die Abtriebskammer eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbar ist. Durch dieses Beaufschlagen der Abtriebsfläche mit der in die Abtriebskammer eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit, während des Aktuierzustands, ist das Abtriebskolbenelement antreibbar und somit, insbesondere translatorisch, bewegbar. Durch die beschriebene Ausbildung der Abtriebsvorrichtung kann beispielsweise besonders viel Leistung am Abtrieb beziehungsweise am Abtriebskolbenelement zur Verfügung gestellt werden.

[0021] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Rückstelleinrichtung wenigstens eine Feder auf, welche in der zweiten Stellung stärker als in der ersten Stellung gespannt ist und dadurch zumindest in der zweiten Stellung eine Federkraft beziehungsweise Rückstellkraft bereitstellt, mittels welcher das Kolbenelement aus der zweiten Stellung, der Speicherstellung, in die erste Stellung, die Aktuierstellung, bewegbar ist. Dabei wird während der Speicherstellung beziehungsweise des Speicherzustands das Kolbenelement derart mit Hydraulikflüssigkeit im ersten Kammerteil beaufschlagt, dass die Feder insbesondere beim Erreichen der Speicherstellung derart gespannt wird, sodass eine Rückstellkraft in der Feder herrscht, welche insbesondere passiv, das heißt ohne weiteres Steuern beziehungsweise Regeln, bei Beendigung der Speicherung das Kolbenelement in die Aktuierstellung bewegt, sodass die zweite Durchströmöffnung geöffnet wird, über welche über den zweiten Kammerbereich die Hydraulikflüssigkeit in die Abtriebsvorrichtung strömen kann. Durch Verwendung einer Feder als zumindest ein Teil der Rückstelleinrichtung ist eine besonders einfache und somit wartungsarme und Kosten gering haltende Ausbildung der Rückstelleinrichtung realisierbar, wodurch der Speicheraktor besonders günstig betrieben werden kann beziehungsweise betreibbar ist.

[0022] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist der Energiespeicher als ein Balgdruckspeicher ausgebildet, welcher wenigstens eine Speicherkammer und wenigstens einen in der Speicherkammer angeordneten Balg aufweist, welcher durch Einleiten der Hydraulikflüssigkeit in die Speicherkammer elastisch komprimierbar ist. Dabei wird durch Einleiten von Hydraulikflüssigkeit mittels der Antriebsvorrichtung in den Energiespeicher der Balg, insbesondere elastisch, komprimiert, wodurch Energie in dem Speicher gespeichert werden kann. Im Aktuierzustand, in welchem keine Hydraulikflüssigkeit in dem Energiespeicher gefördert wird, entspannt sich der im Speicherzustand komprimierte Balg, sodass die Energie des Balgs auf die Hydraulikflüssigkeit übertragen wird, um die Abtriebsvorrichtung anzutreiben. Dabei kann der Energiespeicher, welcher somit als sogenannter Gasdruckspeicher ausgebildet ist, beispielsweise einen inneren und einen äußeren Balg aufweisen, welche jeweils insbesondere zumindest teilweise aus Metall ausgebildet sind. Ferner kann der Balg einen, insbesondere mechanischen, Anschlag, aufweisen, mittels welchem verhindert wird, dass bereits während des Spei-

cherzustands Energie abgegeben wird. Durch die Verwendung eines Balgdruckspeichers als Energiespeicher kann der erfindungsgemäße Speicheraktor beispielsweise besonders kompakt und/oder besonders kostengünstig ausgebildet werden. Andere Arten von Hydraulik- und/oder Gasdruckspeichern können zusätzlich oder alternativ als Energiespeicher verwendet werden.

[0023] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist ein zweites Rückschlagventil vorgesehen, über welches die Hydraulikflüssigkeit von der Antriebsvorrichtung in den ersten Kammerbereich einleitbar ist. Durch das zweite Rückschlagventil kann in besonders vorteilhafter Weise ein Rückfluss von Hydraulikflüssigkeit in die Antriebsvorrichtung verhindert werden, wodurch ein Aufladen des Energiespeichers besonders effizient durchgeführt werden kann. Ferner kann bei einem Wechsel aus dem Speicherzustand in den Aktuierzustand, insbesondere mittels der Rückstelleinrichtung, Hydraulikflüssigkeit zusätzlich in den Energiespeicher eingeleitet werden, anstatt in die Antriebsvorrichtung zurück zu fließen beziehungsweise zu strömen.

[0024] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist ein drittes Rückschlagventil vorgesehen, über welches die Abtriebsvorrichtung mit der Hydraulikflüssigkeit aus dem zweiten Kammerbereich versorgbar ist. Durch das dritte Rückschlagventil wird ein Rückfluss der Hydraulikflüssigkeit aus der Abtriebsvorrichtung, insbesondere aus der Abtriebskammer, in den zweiten Kammerbereich verhindert beziehungsweise besonders gering gehalten, wodurch das Aktuieren der Abtriebsvorrichtung besonders effizient erfolgen kann und bei einem Wechsel aus der Aktuierstellung in die Speicherstellung beispielsweise ein Zurückbewegen des Abtriebskolbenelements verhindert beziehungsweise besonders gering gehalten werden kann. Durch Verwenden des dritten Rückschlagventils ist somit ein besonders vorteilhafter Betrieb während des Aktuierzustands realisierbar, da beispielsweise ein Leistungseinbruch während des Aktuierens besonders gering ausfallen kann.

[0025] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist der Energiespeicher innerhalb höchstens 10 Sekunden, insbesondere innerhalb höchstens einer Sekunde, während welcher sich das Kolbenelement durchgängig in der zweiten Stellung beziehungsweise der Speicherstellung befindet, zumindest überwiegend, insbesondere vollständig, mit der Hydraulikflüssigkeit auffüllbar. Das heißt, der Energiespeicher kann während des Speicherzustands insbesondere innerhalb höchstens einer Sekunde zumindest überwiegend, insbesondere vollständig, mit der Energie geladen werden, um während des folgenden Aktuierzustands die Abtriebsvorrichtung mit der geforderten Leistung betreiben zu können. Ein Zeitintervall, welches mit dem Anschalten des Antriebsaktors zum Speichern der Energie bis zum tatsächlichen Umschalten des Speicheraktors in den Aktuierzustand erfolgt, kann, wie bereits erwähnt, als sogenannte Auslösezeit verstanden werden. Das heißt, die Auslösezeit des erfindungsgemäßen Speicheraktors beträgt weniger als

zehn beziehungsweise eine Sekunde und ist somit besonders gering, wodurch sich ein besonders breites Anwendungsspektrum für eine Verwendung des erfindungsgemäßen Speicheraktors ergibt.

[0026] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betätigen einer Abtriebsvorrichtung mittels eines Speicheraktors, bei welchem in einem ersten Betriebszustand des Speicheraktors wenigstens ein Energiespeicher mittels einer Antriebsvorrichtung des Speicheraktors mit Energie versorgt wird, wodurch die Energie in dem Energiespeicher gespeichert wird, wobei in einem zweiten Betriebszustand des Speicheraktors der Energiespeicher zumindest ein Teil der in dem Energiespeicher gespeicherten Energie bereitstellt, wodurch die Abtriebsvorrichtung mit der bereitgestellten Energie versorgt und dadurch mittels der bereitgestellten Energie betätigt wird.

[0027] Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorteilhafterweise derart durchgeführt werden, dass ein automatisches Freigeben der gespeicherten Energie erfolgt. Alternativ dazu kann die Energie solange vorgehalten beziehungsweise gespeichert werden, das heißt ein beziehungsweise der Speicherzustand arretiert werden, bis beispielsweise eine Freigabe der Energie manuell erfolgt. Ferner kann das Speichern der Energie bis zu einer bestimmten, insbesondere vorgebbaren, Menge an Energie erfolgen. Ist diese Menge erreicht kann beispielsweise ein automatisches Antreiben der Abtriebsvorrichtung erfolgen.

[0028] Vorteilhafterweise wird der erfindungsgemäße Speicheraktor mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens betrieben beziehungsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren an dem erfindungsgemäßen Speicheraktor durchgeführt. Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Aspekts der Erfindung sind als Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Aspekts der Erfindung anzusehen und umgekehrt.

[0029] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zumindest eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnungen. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0030] Dabei zeigt:

FIG 1 eine schematische Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Speicheraktors; und

FIG 2 eine weitere Ausführungsform des Speicheraktors, mit einem Balgdruckspeicher.

[0031] FIG 1 zeigt in einer schematischen Schnittan-

sicht einen Speicheraktor 10, welcher eine Abtriebsvorrichtung 32 aufweist. Die Abtriebsvorrichtung 32 stellt einen Abtrieb des Speicheraktors 10 dar. Der Speicheraktor 10 ist zum Betätigen der Abtriebsvorrichtung 32 ausgebildet und umfasst wenigstens einen Energiespeicher 18 und eine Antriebsvorrichtung 14, mittels welcher in wenigstens einem ersten Betriebszustand des Speicheraktors 10 Energie in den Energiespeicher 18 einspeicherbar ist. Der Speicheraktor 10 kann wenigstens einen zweiten Betriebszustand aufweisen, in welchem von dem Energiespeicher 18 zumindest ein Teil der in dem Energiespeicher 18 gespeicherten Energie bereitstellbar ist, wodurch die Abtriebsvorrichtung 32 mit der bereitgestellten Energie versorgbar und dadurch betätigbar ist.

[0032] Die Antriebsvorrichtung 14 umfasst einen Antriebsaktor 12. Der Antriebsaktor 12 ist vorteilhafterweise als ein Piezoaktor ausgebildet, kann beispielsweise alternativ dazu durch einen anderen Festkörperaktor und/oder als Polymeraktor ausgebildet sein. Prinzipiell sind beliebige Aktorkonzepte als Antriebsaktor 12 möglich.

[0033] Mittels des Antriebsaktors 12 und somit mittels der Antriebsvorrichtung 14 kann eine Hydraulikflüssigkeit gefördert werden. Ferner umfasst der Speicheraktor 10 eine Kammer 16 sowie den Energiespeicher 18. In der Kammer 16 ist ein Kolbenelement 20 translatorisch bewegbar angeordnet, welches die Kammer 16 in einen ersten Kammerbereich 22 und einen zweiten Kammerbereich 24 unterteilt. Dabei ist die Hydraulikflüssigkeit mittels der Antriebsvorrichtung 14 in den ersten Kammerbereich 22 förderbar.

[0034] Wenigstens ein, insbesondere als Tank ausgebildetes, Reservoir 38 ist zum Bereitstellen der Hydraulikflüssigkeit vorgesehen, welche in dem ersten Betriebszustand mittels der Antriebsvorrichtung 14 in den Energiespeicher 18 förderbar ist, wodurch die Energie in den Energiespeicher 18 einspeicherbar ist. Der Energiespeicher 18 kann in dem zweiten Betriebszustand zumindest einen Teil der in dem Energiespeicher 18 gespeicherte Hydraulikflüssigkeit und dadurch zumindest einen Teil der in dem Energiespeicher 18 gespeicherten Energie bereitstellen, wodurch die Abtriebsvorrichtung 32 mittels der bereitgestellten Hydraulikflüssigkeit betätigbar ist.

[0035] Durch das Fördern der Hydraulikflüssigkeit in den ersten Kammerbereich 22 ist das Kolbenelement 20 aus einer ersten Stellung, welche auch als Aktuierstellung bezeichnet wird, in eine zweite Stellung bewegbar, welche auch als Speicherstellung bezeichnet wird. Dabei befindet sich das Kolbenelement im ersten Betriebszustand in der Speicherstellung und während des zweiten Betriebszustands in der Aktuierstellung. Der erste Betriebszustand wird daher als Speicherzustand und der zweite Betriebszustand als Aktuierzustand bezeichnet. In der zweiten Stellung gibt das Kolbenelement 20 eine erste Durchströmöffnung 26 des Speicheraktors 10 frei. Ferner versperrt das Kolbenelement 10 in der zweiten Stellung eine zweite Durchströmöffnung 28 des Spei-

cheraktors 10, sodass in der zweiten Stellung die in den ersten Kammerbereich 22 geförderte Hydraulikflüssigkeit aus dem ersten Kammerbereich 22 über die erste Durchströmöffnung 26 in den Energiespeicher 18 einleitbar ist beziehungsweise strömt.

[0036] Ferner weist der Speicheraktor 10 wenigstens eine Rückstelleinrichtung 30 auf, mittels welcher das Kolbenelement 20 aus der zweiten Stellung in die erste Stellung bewegbar ist, in welcher das Kolbenelement 20 die zweite Durchströmöffnung 28 freigibt und die erste Durchströmöffnung 26 versperrt, sodass zumindest ein Teil der in den Energiespeicher 18 eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit aus dem Energiespeicher 18 über die zweite Durchströmöffnung 28 in den zweiten Kammerbereich 24 einleitbar ist. Darüber hinaus umfasst der Speicheraktor 10 die Abtriebsvorrichtung 32, welche mit zumindest einem Teil der in den zweiten Kammerbereich 24 eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit versorgbar und dadurch antreibbar ist.

[0037] Außenumfangsseitig können die Kammer 16 sowie eine fluidisch leitend mit der Kammer 16 verbundene, zweite Kammer 34 des Speicheraktors 10 im Wesentlichen zylinderförmig sein. Der, insbesondere hydraulische, Speicheraktor 10 ist, während sich das Kolbenelement 20 in der Speicherstellung befindet, in einer ersten Phase (Speicherphase) beziehungsweise dem ersten Betriebszustand, welcher auch als Speicherzustand bezeichnet wird. In dem Speicherzustand stellt der Speicheraktor 10, insbesondere dessen Abtriebsvorrichtung 14, mechanische Energie bereit, welche mittels der Hydraulikflüssigkeit in dem Energiespeicher 18 gespeichert wird. Befindet sich das Kolbenelement 20 in der Aktuierstellung, so befindet sich der Speicheraktor 10 in einer zweiten Phase (Aktuierphase) beziehungsweise dem zweiten Betriebszustand, welcher auch als Aktuierzustand bezeichnet wird. In dem Aktuierzustand wird die Abtriebsvorrichtung 32 mittels der in dem Energiespeicher 18 gespeicherten Energie betätigt und dadurch beispielsweise bewegt, wodurch mittels der Abtriebsvorrichtung 32 eine Aktuierung bewirkt werden kann.

[0038] Dabei kann der Speicheraktor 10 so betrieben werden, dass der Speicherzustand beziehungsweise das Speichern der Energie nicht zeitkritisch ist, das heißt es kann ausreichend Energie gespeichert werden, um die im Aktuierzustand benötigte beziehungsweise geforderte Leistung für die komplette Aktuierungsphase bereitzustellen. Dadurch ist der gezeigte Speicheraktor 10 für Anwendungen interessant, bei denen beispielsweise eine Leistungserhöhung eines Aktors mit zu großen Kosten verbunden wäre und alternative Aktorkonzepte, im Vergleich zu dem als Piezoaktor ausgebildeten Antriebsaktor 12, beispielsweise nicht die gewünschte Kraftdichte erreichen können.

[0039] Im Speicherzustand pumpt der Antriebsaktor 12 der Abtriebsvorrichtung 14 in der gezeigten Ausführungsform die Hydraulikflüssigkeit über ein zweites Rückschlagventil 36 von der Abtriebsvorrichtung 14 in den ersten Kammerbereich 22, sodass die Hydraulikflüs-

sigkeit in den ersten Kammerbereich 22 einleitbar ist. Um die Hydraulikflüssigkeit zu fördern, weist die Abtriebsvorrichtung 14 im gezeigten Ausführungsbeispiel eine mit der Hydraulikflüssigkeit versorgbare Abtriebskammer und ein die Abtriebskammer teilweise begrenzendes und von dem Abtriebsaktor 12 antreibbares Abtriebskolbenelement auf, mittels welchem durch Antreiben des Abtriebskolbenelements die Hydraulikflüssigkeit aus der Abtriebskammer in den ersten Kammerbereich 24 und über den ersten Kammerbereich 24 durch die erste Durchströmöffnung 26 in den Energiespeicher 18 zu fördern ist. Die Abtriebskammer und das Abtriebskolbenelement sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in FIG 1 nicht gezeigt. Die Hydraulikflüssigkeit kann beispielsweise durch den als Reservoir 38 ausgebildeten Tank, welcher sich in Sperrrichtung auf der gleichen Seite des zweiten Rückschlagventils 36 wie die Abtriebsvorrichtung 14 befindet, bereitgestellt werden. Vorteilhafterweise ist in der ersten Durchströmöffnung 26 ein erstes Rückschlagventil 40 angeordnet, welches in Richtung des ersten Kammerbereichs 24 sperrt.

[0040] Befindet sich das Kolbenelement 20 nun in der Speicherstellung, wird mittels der Abtriebsvorrichtung 14 die Hydraulikflüssigkeit über das zweite Rückschlagventil 36 und über eine Öffnung 42 in den ersten Kammerbereich 22 der Kammer 16 gepumpt beziehungsweise gefördert. Aufgrund einer geringen Kompressibilität der Hydraulikflüssigkeit wird das Kolbenelement 20 gegen die Rückstelleinrichtung 30 gedrückt, wodurch die erste Durchströmöffnung 26 und somit das erste Rückschlagventil 40 freigegeben wird. Dazu weist die Rückstelleinrichtung 30 vorteilhafterweise wenigstens eine Feder 44 auf. Die Feder 44 ist in der zweiten Stellung, das heißt in der Speicherstellung, stärker als in der Aktuierstellung gespannt, dadurch stellt die Feder 44 zumindest in der Speicherstellung eine Federkraft bereit, mittels welcher das Kolbenelement 20 aus der Speicherstellung in die Aktuierstellung bewegbar ist. Solange jedoch die Hydraulikflüssigkeit mittels der Abtriebsvorrichtung 32 gefördert wird, fließt diese über das erste Rückschlagventil 40 zumindest mittelbar in den Energiespeicher 18, welcher über die Kammer 34 und eine weitere Öffnung 46 fluidisch leitend während des Speicherzustands mit dem ersten Kammerbereich 22 verbunden ist. Dabei verhindert das erste Rückschlagventil 40, dass Hydraulikflüssigkeit aus der zweiten Kammer 34 zurück in den ersten Kammerbereich 22 fließen kann. Durch die Position des Kolbenelements 20 in der Speicherstellung wird, insbesondere automatisch, die zweite Durchströmöffnung 28 versperrt, wodurch keine Hydraulikflüssigkeit aus der zweiten Kammer 34 und somit dem Energiespeicher 18 in den zweiten Kammerbereich 24 fließen kann. Unterbleibt die Förderung der Hydraulikflüssigkeit mittels der Abtriebsvorrichtung 14, wird das Kolbenelement 20 durch die Rückstellkraft der Feder 44 translatorisch innerhalb der ersten Kammer bewegt, sodass das Kolbenelement 20 aus der Speicherstellung in die Aktuierstellung, insbesondere translatorisch, verschoben wird.

[0041] Das Kolbenelement 20 ist so ausgeführt, dass eine Leckage über den, insbesondere radialen, Spalt zwischen dem Kolbenelements 20 und einer Wandung der Kammer 16 besonders gering ist. Das heißt, ein fluidischer Austausch der Hydraulikflüssigkeit zwischen dem ersten Kammerbereich 22 und dem zweiten Kammerbereich 24 an dem Kolbenelement 20 vorbei ist besonders gering, insbesondere vernachlässigbar. Der in FIG 1 gezeigte Energiespeicher 18 ist beispielsweise als pneumatischer und/oder hydraulischer Speicher ausgeführt, das heißt je mehr Fluid beziehungsweise Hydraulikflüssigkeit der Antriebsaktor 12 über das zweite Rückschlagventil 36 pumpt, desto mehr Energie wird in dem Energiespeicher 18 gespeichert.

[0042] Vorteilhafterweise ist der Energiespeicher 18 bereits vor Beginn des Speicherzustands bereits mit ausreichend Hydraulikflüssigkeit gefüllt beziehungsweise enthält ausreichend Energie, sodass nur noch so viel Fluidvolumen ΔV in den Energiespeicher 18 beziehungsweise die zweite Kammer 34 gepumpt werden muss, um einen geforderten Hub ΔS der Abtriebsvorrichtung 32 zu gewährleisten. Mit anderen Worten sollte der Druck innerhalb der mit Hydraulikflüssigkeit zu befüllenden Komponenten des, insbesondere hydraulischen, Speicheraktors 10, wie insbesondere dem Energiespeicher 18, einen gewissen Initialdruck erreichen beziehungsweise aufbringen, welcher beispielsweise über einen Umgebungsdruck in einer Umgebung des Speicheraktors 10 liegt. Dadurch können während des Aktuierzustands, in welchem die Abtriebsvorrichtung 32 die mechanische Arbeit verrichtet, konstante Abtriebsparameter bei Kraft und Geschwindigkeit eingehalten werden, sodass beispielsweise ein Abtriebskolbenelement 50 gegen Ende seiner translatorischen Bewegung eine gewünschte Mindestgeschwindigkeit nicht unterschreitet. In der gezeigten Ausführungsform weist die Abtriebsvorrichtung 32 eine Abtriebskammer 48 auf, in welche die Hydraulikflüssigkeit einleitbar ist. Ferner weist die Abtriebsvorrichtung 32 das die Abtriebskammer 48 teilweise begrenzende Abtriebskolbenelement 50 auf, welches eine mit der in die Abtriebskammer 48 eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbare Abtriebsfläche 52 aufweist. Durch Beaufschlagen der Abtriebsfläche 52 mit der in die Abtriebskammer 48 eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit ist das Abtriebskolbenelement 50 antreibbar.

[0043] Vorteilhafterweise weist der Speicheraktor 10 ein drittes Rückschlagventil 54 auf, über welches die Abtriebsvorrichtung 32 mit der Hydraulikflüssigkeit aus dem zweiten Kammerbereich 24 versorgbar ist. Wird die Energiespeicherung beendet, das heißt der Antriebsaktor 12 stoppt das Fördern der Hydraulikflüssigkeit über das Rückschlagventil 36 in zumindest den ersten Kammerbereich 22, kann die Hydraulikflüssigkeit im Anschluss, nach Zurückstellen des Kolbenelements 20 durch die Rückstellereinrichtung 30, in die Abtriebsvorrichtung 32 strömen, wodurch die Abtriebskraft und die Abtriebsgeschwindigkeit und somit die Leistung, insbesondere an dem Abtriebskolbenelement 50, bereitgestellt wird. Da-

bei erfolgt die, insbesondere translatorische, Bewegung des Abtriebskolbenelements 50 durch eine Beaufschlagung der Hydraulikflüssigkeit auf die hydraulisch wirksame Abtriebsfläche 52.

[0044] Vorteilhafterweise ist das Antriebskolbenelement der Antriebsvorrichtung 14, welches durch den Antriebsaktor 12 bewirkte Hübe zum Fördern der Hydraulikflüssigkeit ausführt, mit einer Frequenz von weniger als 1000 Hertz hin- und herführbar beziehungsweise bewegbar, wodurch der Antriebsaktor 12 und somit die gesamte Antriebsvorrichtung 14 beispielsweise besonders verschleißarm und somit wartungsarm betrieben werden kann.

[0045] Vorteilhafterweise dauert der Speicherzustand und somit das Speichern von Energie weniger als eine Sekunde. Während dieser Sekunde befindet sich das Kolbenelement 20 durchgängig in der zweiten Stellung, und der Energiespeicher 18 wird während der genannten Zeitperiode zumindest überwiegend, insbesondere vollständig, mit der Hydraulikflüssigkeit befüllt beziehungsweise ist mit dieser auffüllbar. Der genannte Zeitraum wird auch als Auslösezeit bezeichnet, womit die Auslösezeit des Speicheraktors 10 weniger als eine Sekunde betragen kann. Der Wechsel zwischen dem Speicherzustand und dem Aktuierzustand geschieht passiv, das heißt es ist kein Zutun seitens eines Benutzers oder einer speziellen Vorrichtung nötig, um die Aktuierung des Speicheraktors 10 insbesondere an dessen Abtriebskolbenelement 50, insbesondere künstlich, durchzuführen, sondern der Start der Aktuierungsphase erfolgt alleine durch Unterbleiben der Förderung der Abtriebsvorrichtung 14, insbesondere dessen Antriebsaktor 12, und durch das selbstständige Zurückstellen des Kolbenelements 20 mittels der Rückstellereinrichtung 30, insbesondere durch die Rückstellkraft deren Feder 44.

[0046] FIG 2 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform des, insbesondere piezohydraulischen, Speicheraktors 10, wobei die zweite Kammer 34 beziehungsweise der Energiespeicher 18 als ein Balgdruckspeicher ausgebildet ist, welcher wenigstens eine Speicherkammer, die zweite Kammer 34, und wenigstens einen in der Speicherkammer angeordneten Balg 56 aufweist, welcher durch Einleiten der Hydraulikflüssigkeit in die Speicherkammer, die zweite Kammer 34, elastisch komprimierbar ist. Die FIG 2 zeigt nur eine Hälfte der Kammern des Speicheraktors 10, da aus Gründen der Symmetrie, insbesondere durch eine zylinderförmige Gestaltung der Kammer 16 beziehungsweise 34 der Ausführungsform, durch eine vollständige Schnittansicht keine weitere Information in FIG 2 gewonnen werden könnte. Ferner weist der Balgdruckspeicher in FIG 2 einen inneren Metallbalg 58 sowie einen äußeren Metallbalg 60 auf, wodurch beispielsweise ein für Störungen besonders unanfälliger Gasdruckspeicher beziehungsweise Druckspeicher realisierbar ist. Darüber hinaus zeigt die Ausführungsform einen mechanischen Anschlag 62 des Balgs 56. Durch diesen Anschlag 62 kann gewährleistet werden, dass bereits eine gewisse Energie

der Hydraulikflüssigkeit vorgehalten werden kann, so-
dass nur noch das Fluidvolumen ΔV in den Kammerbe-
reich 22 beziehungsweise in die Kammer 16 und somit
in den Energiespeicher 18 eingeleitet werden muss, wel-
ches benötigt wird, um den geforderten Hub ΔS am Ab-
triebskolben 50 zu gewährleisten, wobei sich das gefor-
derte Volumen über die Fläche A der Abtriebsfläche 52
und die Länge ΔS des Hubs berechnet. Der mechanische
Anschlag 62 dient dazu, nicht bereits während des Spei-
cherzustands die bereits gespeicherte Energie abzuge-
ben.

[0047] Ferner kann der Anschlag 62 derart mit Hydraulikflüssigkeit beaufschlagt werden, dass durch die Beaufschlagung der Balg 56 komprimierbar ist beziehungsweise komprimiert wird. Während des Speicherzustands, bei welchem die Hydraulikflüssigkeit mittels der Antriebsvorrichtung 14, insbesondere aus dem Reservoir 38 beziehungsweise Tank, über das zweite Rückschlagventil 36 und die Öffnung 42 in den ersten Kammerbereich 22 und weiter über die Durchströmöffnung 26 beziehungsweise das erste Rückschlagventil 40 in die Kammer 34 und somit in den Energiespeicher 18 eingeleitet wird, verformt diese den Balg 56 dort elastisch, wodurch eine Speicherung von Energie mittels der Hydraulikflüssigkeit durch Kompression des Balgs 56 möglich ist.

[0048] Durch den gezeigte, insbesondere piezohydraulischen, Speicheraktor 10, bei welchem der Energiespeicher 18 mit der Antriebsvorrichtung 14 und der Abtriebsvorrichtung 32 derart kombiniert wird, dass der Speicheraktor 10 mittels zwei Phasen, die Speicher- und die Aktuierungsphase, betreibbar ist, kann eine Menge an Leistung bereitgestellt werden, welche der Antriebsaktor 12 selbst nicht bereitstellen kann, wodurch sich mannigfaltige Möglichkeiten der Anwendung des Speicheraktors 10 eröffnen.

Patentansprüche

1. Speicheraktor (10) zum Betätigen einer Abtriebsvorrichtung (32), mit wenigstens einem Energiespeicher (18), mit einer Antriebsvorrichtung (14), mittels welcher in wenigstens einem ersten Betriebszustand des Speicheraktors (10) Energie in den Energiespeicher (18) einspeicherbar ist, wobei der Speicheraktor (10) wenigstens einen zweiten Betriebszustand aufweist, in welchem von dem Energiespeicher (18) zumindest ein Teil der in dem Energiespeicher (18) gespeicherten Energie bereitstellbar ist, wodurch die Abtriebsvorrichtung (32) mit der bereitgestellten Energie versorgbar und dadurch betätigbar ist.
2. Speicheraktor (10) nach Anspruch 1, wobei wenigstens ein Reservoir (38) zum Bereitstellen einer Hydraulikflüssigkeit vorgesehen ist, welche in dem ersten Betriebszustand mittels der Antriebsvorrichtung (14) in den Energiespeicher (18) förderbar ist, wo-

durch die Energie in den Energiespeicher (18) einspeicherbar ist, wobei der Energiespeicher (18) in dem zweiten Betriebszustand zumindest ein Teil der in dem Energiespeicher (18) gespeicherte Hydraulikflüssigkeit und dadurch zumindest den Teil der in dem Energiespeicher (18) gespeicherten Energie bereitstellt, wodurch die Abtriebsvorrichtung (32) mittels der bereitgestellten Hydraulikflüssigkeit betätigbar ist.

3. Speicheraktor (10) nach Anspruch 2, mit:

- der wenigstens einen Antriebsaktor (12) umfassenden Antriebsvorrichtung (14) zum Fördern der Hydraulikflüssigkeit;
- einer Kammer (16);
- dem Energiespeicher (18);
- einem bewegbar in der Kammer (16) angeordneten Kolbenelement (20), welches die Kammer (16) in einen ersten Kammerbereich (22), in welchen die Hydraulikflüssigkeit mittels der Antriebsvorrichtung (14) förderbar ist, und einen zweiten Kammerbereich (24) unterteilt und durch Fördern der Hydraulikflüssigkeit in den ersten Kammerbereich (22) aus einer ersten Stellung in eine zweite Stellung bewegbar ist, in welcher das Kolbenelement (20) eine erste Durchströmöffnung (26) freigibt und eine zweite Durchströmöffnung (28) versperrt, sodass die in den ersten Kammerbereich (22) geförderte Hydraulikflüssigkeit aus dem ersten Kammerbereich (22) über die erste Durchströmöffnung (26) in den Energiespeicher (18) einleitbar ist;
- wenigstens einer Rückstellereinrichtung (30), mittels welcher das Kolbenelement (20) aus der zweiten Stellung in die erste Stellung bewegbar ist, in welcher das Kolbenelement (20) die zweite Durchströmöffnung (28) freigibt und die erste Durchströmöffnung (26) versperrt, sodass zumindest ein Teil der in den Energiespeicher (18) eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit aus dem Energiespeicher (18) über die zweite Durchströmöffnung (28) in den zweiten Kammerbereich (24) einleitbar ist; und
- der Abtriebsvorrichtung (32), welche mit zumindest einem Teil der in den zweiten Kammerbereich (24) eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit versorgbar und dadurch antreibbar ist.

4. Speicheraktor (10) nach Anspruch 3, wobei der Antriebsaktor (12) als Festkörperaktor, insbesondere als Piezoaktor, und/oder Polymeraktor ausgebildet ist.

5. Speicheraktor (10) nach Anspruch 3 oder 4, wobei in der ersten Durchströmöffnung (26) ein erstes Rückschlagventil (40) angeordnet ist, welches in Richtung des ersten Kammerbereiches (22) sperrt.

6. Speicheraktor (10) nach Anspruch 3 bis 5, wobei die Antriebsvorrichtung (14) eine mit der Hydraulikflüssigkeit versorgbare Antriebskammer und ein die Antriebskammer teilweise begrenzendes und von dem Antriebsaktor (12) antreibbares Antriebskolbenelement aufweist, mittels welchem durch Antreiben des Antriebskolbenelements die Hydraulikflüssigkeit aus der Antriebskammer in den ersten Kammerbereich (22) und über den ersten Kammerbereich (22) und die erste Durchströmöffnung (26) in den Energiespeicher (18) zu fördern ist; 5
7. Speicheraktor (10) nach Anspruch 6, wobei das Antriebskolbenelement durch den Antriebsaktor (12) bewirkte Hübe zum Fördern der Hydraulikflüssigkeit mit einer Frequenz von weniger als 10000 Hertz, insbesondere kleiner als 1000 Hertz, ausführt. 10
8. Speicheraktor (10) nach Anspruch 3 bis 7, wobei die Abtriebsvorrichtung (32) eine Abtriebskammer (48), in welche die Hydraulikflüssigkeit einleitbar ist, und ein die Abtriebskammer (48) teilweise begrenzendes Abtriebskolbenelement (50) aufweist, welches eine mit der in die Abtriebskammer (48) eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbare Abtriebsfläche (52) aufweist und durch Beaufschlagen der Abtriebsfläche (52) mit der in die Abtriebskammer (48) eingeleiteten Hydraulikflüssigkeit antreibbar ist. 20 25
9. Speicheraktor (10) nach Anspruch 3 bis 8, wobei die Rückstelleinrichtung (30) wenigstens eine Feder (44) aufweist, welche in der zweiten Stellung stärker als in der ersten Stellung gespannt ist und dadurch zumindest in der zweiten Stellung eine Federkraft bereitstellt, mittels welcher das Kolbenelement (20) aus der zweiten Stellung in die erste Stellung bewegbar ist. 30 35
10. Speicheraktor (10) nach Anspruch 3 bis 9, wobei der Energiespeicher (18) als ein Balgdruckspeicher ausgebildet ist, welcher wenigstens eine Speicherkammer (34) und wenigstens einen in der Speicherkammer (34) angeordneten Balg (56) aufweist, welcher durch Einleiten der Hydraulikflüssigkeit in die Speicherkammer (34) elastisch komprimierbar ist. 40 45
11. Speicheraktor (10) nach Anspruch 3 bis 10, wobei ein zweites Rückschlagventil (36) vorgesehen ist, über welches die Hydraulikflüssigkeit von der Antriebsvorrichtung (14) in den ersten Kammerbereich (22) einleitbar ist. 50
12. Speicheraktor (10) nach Anspruch 3 bis 11, wobei ein drittes Rückschlagventil (54) vorgesehen ist, über welches die Abtriebsvorrichtung (32) mit der Hydraulikflüssigkeit aus dem zweiten Kammerbereich (24) versorgbar ist. 55
13. Speicheraktor (10) nach Anspruch 3 bis 12, wobei der Energiespeicher (18) innerhalb höchstens 10 Sekunden, insbesondere innerhalb höchstens einer Sekunde, während welcher sich das Kolbenelement (20) durchgängig in der zweiten Stellung befindet, zumindest überwiegend, insbesondere vollständig, mit der Hydraulikflüssigkeit auffüllbar ist.
14. Verfahren zum Betätigen einer Abtriebsvorrichtung (32) mittels eines Speicheraktors (10), bei welchem in einem ersten Betriebszustand des Speicheraktors (10) wenigstens ein Energiespeicher (18) mittels einer Antriebsvorrichtung (14) des Speicheraktors (10) mit Energie versorgt wird, wodurch die Energie in dem Energiespeicher (18) gespeichert wird, wobei in einem zweiten Betriebszustand des Speicheraktors (10) der Energiespeicher (18) zumindest ein Teil der in dem Energiespeicher (18) gespeicherten Energie bereitstellt, wodurch die Abtriebsvorrichtung (32) mit der bereitgestellten Energie versorgt und dadurch mittels der bereitgestellten Energie betätigt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der Speicheraktor (10) als ein Speicheraktor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 ausgebildet ist.

FIG 1

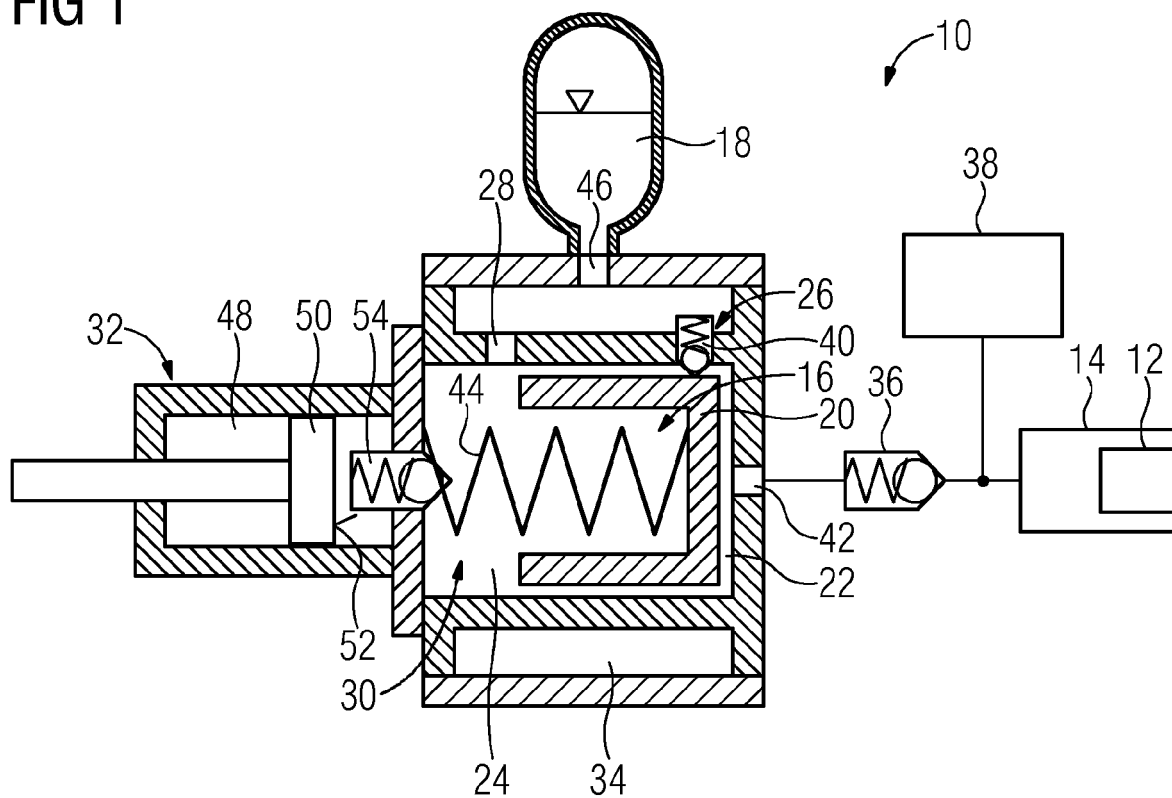
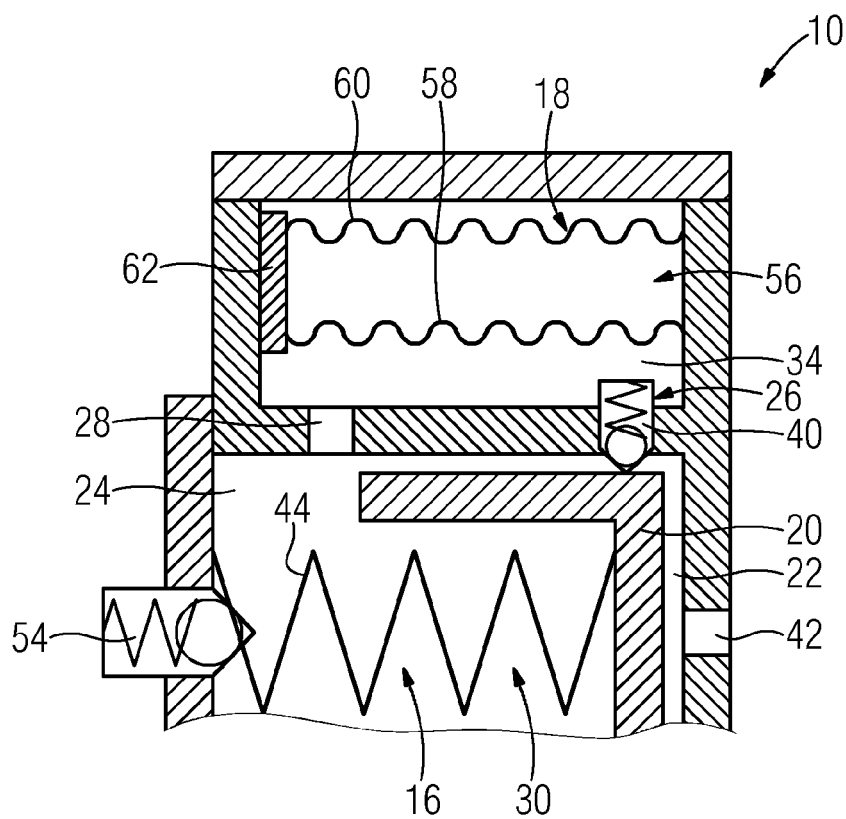


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 16 0844

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 6 070 408 A (CLARKE JOHN M [US] ET AL) 6. Juni 2000 (2000-06-06) * Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 6, Zeile 28; Abbildungen 1-3 *	1,2,14, 15 3-13	INV. F15B1/033 F15B15/20
X	EP 3 045 737 A1 (BAE SYSTEMS PLC [GB]) 20. Juli 2016 (2016-07-20) * Absatz [0040] - Absatz [0093]; Abbildungen 1-20 *	1,14,15	
X	DE 10 2017 205404 A1 (YAMADA MFG CO LTD [JP]) 5. Oktober 2017 (2017-10-05) * Absatz [0029] - Absatz [0103]; Abbildungen 1-7 *	1,2,14, 15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F15B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. August 2018	Prüfer Bindreiff, Romain
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 18 16 0844

5 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.

28-08-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 6070408	A	06-06-2000	KEINE	

15	EP 3045737	A1	20-07-2016	EP 3045737 A1	20-07-2016
				US 2016208824 A1	21-07-2016

	DE 102017205404	A1	05-10-2017	DE 102017205404 A1	05-10-2017
20				US 2017284424 A1	05-10-2017

25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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