



(11) **EP 3 109 485 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.12.2016 Patentblatt 2016/52**

(51) Int Cl.:  
**F15B 1/02** (2006.01) **F15B 1/033** (2006.01)  
**F15B 11/036** (2006.01) **F15B 15/14** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16169921.0**

(22) Anmeldetag: **17.05.2016**

(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:  
**MA MD**

(30) Priorität: **25.06.2015 DE 102015211796**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH  
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Froehlich, Udo**  
**97851 Rothenfels (DE)**  
• **Oppelt, Matthias**  
**97453 Schonungen (DE)**

(74) Vertreter: **Thürer, Andreas**  
**Bosch Rexroth AG**  
**BR/IPR**  
**Zum Eisengiesser 1**  
**97816 Lohr am Main (DE)**

(54) **HYDRAULISCHES SYSTEM ZUR DRUCKMITTELVERSORGUNG EINES HYDROZYLINDERS  
MIT DREI GETRENNTEN DRUCKMITTELBEAUFSCHLAGBAREN WIRKFLÄCHEN UND  
VERFAHREN ZUM BETREIBEN DES HYDRAULISCHEN SYSTEMS**

(57) Offenbart ist ein hydraulisches System mit einem Hydrozylinder (2), der mindestens drei getrennte druckmittelbeaufschlagbare Wirkflächen (48, 50, 52) aufweist. Dabei sind eine erste Wirkfläche (48) und eine zweite Wirkfläche (50) für eine Bewegung eines Kolben-/Stangenelements (12) des Hydrozylinders (2) in

seiner Ausfahrriichtung (8) druckmittelbeaufschlagbar. Es ist ein Speicherzuschaltventil (42) vorgesehen, mittels dem die zweite Wirkfläche (50) mit einem Druckmittel eines geladenen Speichers (38) in der Ausfahrriichtung (8) beaufschlagbar ist.

**EP 3 109 485 A1**

## Beschreibung

### Beschreibung

#### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein hydraulisches System gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems gemäß dem Oberbegriff des nebengeordneten Verfahrensanspruchs.

#### Hintergrund der Erfindung

**[0003]** Bei bekannten hydraulischen Systemen, insbesondere solchen zur Druckmittelversorgung eines Hydrozylinders mit getrennten druckmittelbeaufschlagbaren Wirkflächen, die beispielsweise als Verstelleinrichtung für Windkraftanlagen, hydraulischen Pressen oder Kunststoffspritzmaschinen verwendet werden, ist üblicherweise bei der Integration von Zusatzfunktionen, wie beispielsweise einem Notbetrieb sowie zum Ausgleich von Leckage und Differenzvolumen ein großer Niederdruckspeicher erforderlich, aus dem eine Hydromaschine Druckmittel nachsaugen kann bzw. überschüssiges Druckmittel aus dem Zylinder und/oder dem System aufgenommen werden kann, was neben einem erhöhten Platzbedarf erhöhte Fertigungskosten und/oder Betriebskosten bedingt. Weiter ist bei bekannten Lösungen ein aufwändiger Korrosionsschutz bei dem verwendeten Hydrozylinder zu betreiben, insbesondere bei Gleichgangzylindern mit innenliegender Bauweise, was weiter erhöhte Fertigungskosten bedingt.

#### Offenbarung der Erfindung

**[0004]** Dem gegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein hydraulisches System zur Druckmittelversorgung eines Hydrozylinders mit drei getrennten druckmittelbeaufschlagbaren Wirkflächen zu schaffen, das kostengünstiger herzustellen und/oder zu betreiben ist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein hydraulisches System mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

**[0006]** Weiter ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das erfindungsgemäße hydraulische System auf einfache Art und Weise zu betreiben.

**[0007]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems mit den Merkmalen des nebengeordneten Verfahrensanspruchs.

**[0008]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

**[0009]** Ein hydraulisches System gemäß der vorliegenden Erfindung enthält einen Hydrozylinder, der mindestens drei getrennte druckmittelbeaufschlagbare

Wirkflächen aufweist. Dabei sind eine erste Wirkfläche und eine zweite Wirkfläche für eine Bewegung eines Kolben-/Stangenelements des Hydrozylinders in seiner Ausfahrriechung druckmittelbeaufschlagbar. In dem hydraulischen System ist ein Speicherzuschaltventil vorgesehen, mittels dem die zweite Wirkfläche mit einem Druckmittel eines geladenen Speichers in der Ausfahrriechung beaufschlagbar ist, insbesondere während eines Notbetriebs zum schnellen und/oder maximalen Ausfahren des Kolben-/Stangenelements.

**[0010]** Ein Vorteil des hydraulischen Systems gemäß der vorliegenden Erfindung ist, dass die erfindungsgemäße Lösung, dass die zweite Wirkfläche zum Ausfahren des Kolben-/Stangenelements mit Druckmittel aus dem geladenen Speicher beaufschlagbar ist, einen einfacheren speziellen Aufbau des Hydrozylinders ermöglicht und so Fertigungskosten spart.

**[0011]** Das erfindungsgemäße hydraulische System ist vorteilhaft beispielsweise bei Windkraftanlagen zur hydraulischen Pitchverstellung insbesondere eines Rotors beziehungsweise von Rotorblättern einsetzbar. Insbesondere bei einem Notbetrieb, in dem der Rotor aus dem Wind gedreht werden soll, ist somit die zweite Wirkfläche zusätzlich zu der ersten Wirkfläche für die Bewegung des Kolben-/Stangenelements in Richtung der Vorzugsstellung druckmittelbeaufschlagbar, wodurch eine schnelle Verstellung ermöglicht ist.

**[0012]** Vorteilhafterweise ist ein Aufladeventil vorgesehen, mittels dem, insbesondere während eines Aufladebetriebs, bei dem der Speicher mit Druckmittel aufgeladen ist, ein von der ersten Wirkfläche begrenzter erster Arbeitsraum des Hydrozylinders mit einem von der zweiten Wirkfläche begrenzten zweiten Arbeitsraum des Hydrozylinders fluidisch verbindbar ist. Somit ist der Speicher, insbesondere nach Ausführung des Notbetriebs, mit Druckmittel aufladbar. Bei dem Aufladebetrieb ist das Kolben-/Stangenelement vorteilhafterweise vollständig entgegen der Ausfahrriechung bewegt, um bei geschlossenen Speicherzuschaltventil und geöffnetem Aufladeventil Druckmittel aus dem zweiten Arbeitsraum zurück in den Hydraulikkreis zu fördern.

**[0013]** Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems ist, dass ein Niederdruckspeicher, aus dem von der Hydromaschine Druckmittel nachsaugbar ist, im Vergleich zu den bekannten derartigen hydraulischen Systemen erheblich kleiner dimensioniert werden kann. Der Speicher, aus dem die zweite Wirkfläche mit Druckmittel beaufschlagbar ist, ist vorteilhafterweise als ein Hochdruckspeicher ausgebildet. Vorteilhafterweise ist das erfindungsgemäße hydraulische System somit, neben den oben erwähnten Windkraftanlagen, auch bei hydraulischen Pressen und Kunststoffspritzmaschinen, und allgemein bei Hydrauliksystemen mit einem Hochdruckspeicher und einem Niederdruckspeicher einsetzbar.

**[0014]** Vorteilhafterweise ist in dem ersten Arbeitsraum während eines Normalbetriebs ein Unterdruck, insbesondere ein Vakuum, erzeugbar, insbesondere wegen

einer Bewegung des Kolben-/Stangenelements in seiner Ausfahrri-  
 c tung und weil der zweite Arbeitsraum im Nor-  
 malbetrieb wegen des bestromten und somit geschlos-  
 senen Zustands des Speicherzuschaltventils abge-  
 schlossen ist. Im Normalbetrieb ist das Kolben-/Stangen-  
 element bei abgeschlossenem zweiten Arbeitsraum in  
 oder entgegen der Ausfahrri-  
 c tung bewegbar. Somit  
 kann in dem zweiten Arbeitsraum im Normalbetrieb auch  
 keine Feuchtigkeit vorhanden sein, womit sich eine dort  
 sonst aufwändig und kostenintensiv durchzuführende  
 Korrosionsschutzbehandlung erübrigt und somit die Kos-  
 ten der erfindungsgemäßen hydraulischen Systems wei-  
 ter reduzierbar sind.

**[0015]** Vorteilhafterweise ist eine Hydromaschine vor-  
 gesehen, mittels der jeweils die erste Wirkfläche oder  
 eine dritte Wirkfläche des Hydrozylinders in einem ge-  
 schlossenen Hydraulikkreis mit Druckmittel beauf-  
 schlagbar ist, wobei die dritte Wirkfläche zur Bewegung  
 des Kolben-/Stangenelements entgegen der Ausfahr-  
 richtung mit Druckmittel beaufschlagbar ist. Somit sind  
 der erste Arbeitsraum und der dritte Arbeitsraum jeweils  
 direkt ansteuerbar.

**[0016]** Insbesondere ist während des Normalbetriebs  
 ausschließlich die erste Wirkfläche zur Bewegung des  
 Kolben-/Stangenelements in Ausfahrri-  
 c tung mit einem Druckmittel beaufschlagt und die dritte Wirkfläche ist zur  
 Bewegung des Kolben-/Stangenelements entgegen der  
 Ausfahrri-  
 c tung mit einem Druckmittel beaufschlagt.

**[0017]** Die Hydromaschine kann insbesondere dreh-  
 zahlvariabel und/oder insbesondere drehrichtungsum-  
 kehrbar antreibbar und/oder durchschwenkbar ausgebil-  
 det sein.

**[0018]** Vorteilhafterweise ist, wie oben bereits erläu-  
 tert, in den zweiten Arbeitsraum während eines Normal-  
 betriebs des Hydrozylinders kein Druckmittel einström-  
 bar. Somit ist während des Normalbetriebs ein Gleich-  
 gangverhalten des Hydrozylinders erreicht, da vorteilhaf-  
 terweise die erste Wirkfläche gleich groß ist wie die dritte  
 Wirkfläche. Die zweite Wirkfläche kann von der Größe  
 der beiden anderen Wirkflächen abweichen, insbeson-  
 dere größer als die erste Wirkfläche beziehungsweise  
 die dritte Wirkfläche sein. Im Notbetrieb ist somit ein Dif-  
 ferentialverhalten des Hydrozylinders gegeben.

**[0019]** Vorteilhafterweise weist der, insbesondere  
 hohlzylindrisch ausgebildete, Hydrozylinder in seinem  
 Gehäuse einen, insbesondere zylinderförmigen, Füh-  
 rungzapfen auf, auf dem das Kolben-/Stangenelement  
 axial verschiebbar gelagert ist. Dabei ist der erste Ar-  
 beitsraum von dem Führungzapfen und dem Kol-  
 ben-/Stangenelement begrenzt, und der zweite Arbeits-  
 raum ist von dem Führungzapfen und dem Kol-  
 ben-/Stangenelement und dem Gehäuse begrenzt. Zu-  
 sätzlich dazu ist der dritte Arbeitsraum von dem Kol-  
 ben-/Stangenelement und dem Gehäuse begrenzt. Die  
 erfindungsgemäße spezielle Ausgestaltung des Hydro-  
 zylinders erlaubt eine platzsparende Ausführung dessel-  
 ben und somit eine Verringerung des Platzbedarfs.

**[0020]** Insbesondere weist das Kolben-/Stangenele-

ment an einem offenen Endabschnitt, oder an einer Po-  
 sition zwischen einem geschlossenen Endabschnitt des  
 Kolben-/Stangenelements und dem offenen En-  
 dabschnitt einen im Wesentlichen ringförmigen Radial-  
 bund auf. Vorteilhafterweise sind die jeweiligen von dem  
 Kolben-/Stangenelement begrenzten Arbeitsräume, ins-  
 besondere der zweite Arbeitsraum und der dritte Arbeits-  
 raum, mittels dem Radialbund beziehungsweise mittels  
 seinen ringförmigen Flächen begrenzt.

**[0021]** Insbesondere ragt das Kolben-/Stangenele-  
 ment mit seinem geschlossenen Ende aus einem im We-  
 sentlichen in Ausfahrri-  
 c tung weisenden Endabschnitt  
 des Gehäuses, von dem ein Zylinderkopf gebildet ist.

**[0022]** Der Führungzapfen kann an einem im We-  
 sentlichen von der Ausfahrri-  
 c tung weg weisenden En-  
 dabschnitt des Gehäuses angeordnet sein, von dem ein  
 Zylinderboden gebildet ist. Insbesondere ist der Füh-  
 rungzapfen fest mit dem Gehäuse verbunden oder ein-  
 stückig mit dem Gehäuse ausgebildet.

**[0023]** Die erste Wirkfläche kann an dem geschlosse-  
 nen Endabschnitt des, insbesondere hohlzylinderförmig  
 ausgebildeten, Kolben-/Stangenelements an einer In-  
 nenkontur angeordnet sein, wobei die erste Wirkfläche  
 im Wesentlichen zu dem Zylinderboden hin und von der  
 Ausfahrri-  
 c tung weg weist.

**[0024]** Die zweite Wirkfläche kann an einer, insbeson-  
 dere als ringförmiger Radialbund ausgebildeten, Außen-  
 kontur des Kolben-/Stangenelements angeordnet sein,  
 wobei die zweite Wirkfläche im Wesentlichen zu dem Zy-  
 linderboden hin und von der Ausfahrri-  
 c tung weg weist.

**[0025]** Die dritte Wirkfläche kann an der, insbesondere  
 als ringförmigem Radialbund ausgebildeten, Außenkon-  
 tur des Kolben-/Stangenelements angeordnet sein, wo-  
 bei die dritte Wirkfläche im Wesentlichen zu dem Zylin-  
 derkopf hin und zu der Ausfahrri-  
 c tung hin weist.

**[0026]** Vorteilhafterweise ist das Speicherzuschalt-  
 ventil in einem Speicherströmungspfad zwischen dem  
 Speicher und dem zweiten Arbeitsraum angeschlossen,  
 und das Aufladeventil ist in einem Zwischenabzweig des  
 Speicherströmungspfads zwischen dem Speicherzu-  
 schaltventil und dem zweiten Arbeitsraum angeschlos-  
 sen. Zusätzlich dazu ist der Zwischenabzweig zwischen  
 dem ersten Arbeitsraum und einer Druckmittelquelle mit  
 einem ersten Strömungspfad fluidisch verbunden. Somit  
 ist ein einfacher Wechsel der Betriebsarten, beispiels-  
 weise zwischen Normalbetrieb und Notbetrieb oder zwi-  
 schen Notbetrieb und Aufladebetrieb gewährleistet.

**[0027]** Vorteilhafterweise ist das Speicherzuschalt-  
 ventil stromlos offen und bestromt geschlossen. Somit  
 ist bei einem Stromausfall der Notbetrieb ausführbar und  
 beispielsweise ein Rotor einer Windkraftanlage selbsttä-  
 tig aus dem Wind drehbar.

**[0028]** Vorteilhafterweise ist der zweite Arbeitsraum  
 mittels einer fluiddicht ausgebildeten Trennwand oder  
 Platte oder Stahlplatte in eine erste Kammer und eine  
 zweite Kammer unterteilt. Somit ist ein vollständiges Ein-  
 fahren des Kolben-/Stangenelements im Aufladebetrieb  
 nicht notwendig, da der sich während eines Normalbe-

triebs in der ersten Kammer ergebende Unterdruck beziehungsweise das sich ergebende Vakuum durch die Trennwand wirksam von einem in der zweiten Kammer vorhandenen Druckmittel getrennt ist. Somit kann der Aufladebetrieb an einer nahezu beliebigen Position beendet werden, ohne den nachfolgenden Normalbetrieb negativ zu beeinflussen. Ein weiterer Vorteil der Trennwand ist, dass, weil Druckmittel von dem Unterdruck / Vakuum in der ersten Kammer ferngehalten ist, damit eine Ausgasung von im Druckmittel gelöster Feuchtigkeit und/oder Luft bzw. Gas und somit Kavitation vermeidbar ist.

**[0029]** Vorteilhafterweise ist die Trennwand ringförmig ausgebildet und auf dem Führungszapfen axial verschiebbar angeordnet. Dabei ist die Trennwand, insbesondere während des Notbetriebs, mittels einer Druckmittelbeaufschlagung aus dem Speicher in der Ausfahr- richtung verschiebbar, insbesondere zusammen mit dem Kolben-/Stangenelement. Insbesondere während des Aufladebetriebs ist die Trennwand mittels einer Druckmittelbeaufschlagung der dritten Wirkfläche über das Kolben-/Stangenelement entgegen der Ausfahr- richtung verschiebbar, unmittelbar oder über ein Druckmittel, das in der ersten Kammer vorhanden sein kann. Weiter vorteilhafterweise ist die Trennwand mittels einer Rückhalteeinrichtung und/oder über eine Reibkraft zwischen der Trennwand und dem Gehäuse in ihrer jeweiligen Position gehalten. Somit ist während des Normalbetriebs ein Verfahrensweg des Kolben-/Stangenelements in Ausfahr- richtung von einem zylinderkopfseitigen Ausfahrans- lag am Gehäuse markiert und entgegen der Ausfahr- richtung von einem zylinderbodenseitigen Einfahrans- lag am Gehäuse oder einer Position der Trennwand markiert.

**[0030]** Die Rückhalteeinrichtung kann als Federelement ausgebildet sein, wobei als Werkstoff insbesondere Polyurethan einsetzbar ist.

**[0031]** Vorteilhafterweise ist die Trennwand mittels einer Rückstelleinrichtung, insbesondere unabhängig von dem Kolben-/Stangenelement, entgegen der Ausfahr- richtung verschiebbar. Somit ist der Speicher unabhän- gig von dem Kolben-/Stangenelement, insbesondere nach Ausführen des Notbetriebs, mit Druckmittel auflad- bar.

**[0032]** Die Rückstelleinrichtung kann als Federelement ausgebildet sein, wobei eine Gasfüllung der ersten Kammer, insbesondere mit Stickstoff, als Federelement wirkt.

**[0033]** Die zweite Wirkfläche kann an einer ringförmigen Außenkontur der Trennwand angeordnet sein, wobei die zweite Wirkfläche im Wesentlichen zu dem Zylinderboden hin und von der Ausfahr- richtung weg weist.

**[0034]** Vorteilhafterweise ist in der Trennwand ein Abflussventil vorgesehen, das, insbesondere als Rückschlagventil ausgebildet, in Richtung zu dem Speicher hin durchlässig ist und über das Druckmittel von der ersten Kammer in die zweite Kammer strömbar ist. Somit ist eine Leckagemenge des Hydrozylinders, die wegen des Unterdrucks / Vakuums in die erste Kammer gesaugt

ist, insbesondere während des Aufladebetriebs, in den Hydraulikkreis zurück förderbar. Die Rückstelleinrichtung ist dabei vorteilhafterweise als ein insbesondere aus Polyurethan bestehendes Federelement ausgebildet.

**[0035]** Vorteilhafterweise ist eine Drucküberwachungseinrichtung vorgesehen, mittels der ein Druck in dem Speicher überwacht ist. Insbesondere ist die Drucküberwachungseinrichtung in dem Hochdruckspeicher und/oder in dem Niederdruckspeicher vorgesehen. Somit ist eine erhöhte Leckagesicherheit des Hydrozylinders gewährleistet. Weiter ist dadurch das hydraulische System bei schleichender Leckage in der Lage, sich selbstständig in einen Ursprungszustand zurückzusetzen und somit einen Serviceeinsatz hinauszuzögern. Insbesondere mit dem oben beschriebenen Ausführen des Aufladebetriebs ist eine Leckagemenge in den Hydraulikkreis zurückförderbar.

**[0036]** Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben des hydraulischen Systems gemäß der vorliegenden Erfindung enthält die folgenden Schritte:

Schließen und/oder Geschlossenhalten des Speicherezuschaltventils und Schließen und/oder Geschlossenhalten des Aufladeventils zum Ausführen des Normalbetriebs,  
Öffnen und/oder Offenhalten des Speicherezuschaltventils und Schließen und/oder Geschlossenhalten des Aufladeventils zum Ausführen eines Notbetriebs zum, insbesondere schnellen und/oder maximalen, Ausfahren des Kolben-/Stangenelements,  
Schließen und/oder Geschlossenhalten des Speicherezuschaltventils und Öffnen und/oder Offenhalten eines Aufladeventils zum Ausführen eines Zurücksetzens des hydraulischen Systems nach Ausführen des Notbetriebs mit Laden des Speichers, insbesondere zum Bewegen des Kolben-/Stangenelements entgegen der Ausfahr- richtung.

**[0037]** Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass damit das erfindungsgemäße hydraulische System auf einfache und effektive Art und Weise betrieben wird und somit Kosten eingespart werden.

**[0038]** Vorteilhafterweise wird nach dem Notbetrieb der Aufladebetrieb ausgeführt. Somit kann der Speicher, insbesondere der Hochdruckspeicher, nach dem Notbetrieb wieder mit Druckmittel aufgeladen werden. Ein Normalbetrieb kann danach wieder ausgeführt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0039]** Mehrere Ausführungsbeispiele / Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung werden / wird im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes hydraulisches System gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel mit einem in einem Längsschnitt dargestellten Hydrozy-

linder in einem geschlossenen hydraulischen Kreis, Figur 2 ein erfindungsgemäßes hydraulisches System gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel mit einem in einem Längsschnitt dargestellten Hydrozylinder in einem geschlossenen hydraulischen Kreis während eines Normalbetriebs, Figur 3 ein erfindungsgemäßes hydraulisches System gemäß Figur 2 während eines Notbetriebs, und Figur 4 ein erfindungsgemäßes hydraulisches System gemäß Figur 2 während eines Aufladebetriebs.

Detaillierte Beschreibung der dargestellten Ausführungsformen

**[0040]** Das in Figur 1 dargestellte erste Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems 1 enthält einen Hydrozylinder 2, der einen speziellen erfindungsgemäßen Aufbau aufweist und als Gleichgangzylinder in Differentialbauweise bezeichnet werden kann.

**[0041]** In einem Gehäuse 4 des Hydrozylinders 2 ist ein zylinderförmiger Führungzapfen 6 an einem im Wesentlichen von einer Ausfahrriechung 8 weg weisenden Endabschnitt des Gehäuses 4 angeordnet, von dem ein Zylinderboden 10 gebildet ist. Der Führungzapfen 6 ist hier einstückig mit dem Gehäuse 4 ausgebildet, alternativ dazu kann er fest mit dem Gehäuse 4 verbunden sein.

**[0042]** Auf dem Führungzapfen ist ein hohlzylinderförmig ausgebildetes Kolben-/Stangenelement 12 axial verschiebbar gelagert. Ein erster Arbeitsraum 14 ist von dem Führungzapfen 6 und dem Kolben-/Stangenelement 12 begrenzt. Ein zweiter Arbeitsraum 16 ist von dem Führungzapfen 6 und dem Kolben-/Stangenelement 12 und dem Gehäuse 2 begrenzt. Ein dritter Arbeitsraum 18 von dem Kolben-/Stangenelement 12 und dem Gehäuse 4 begrenzt. Das Kolben-/Stangenelement 12 ragt in der dargestellten Position mit einem geschlossenen Endabschnitt 20 aus einem im Wesentlichen in Ausfahrriechung 8 weisenden Endabschnitt des Gehäuses 4, von dem ein Zylinderkopf 22 gebildet ist.

**[0043]** Von dem ersten Arbeitsraum 12 erstreckt sich ein erster Strömungspfad 24 bis hin zu einer Druckmittelquelle 26. Die Druckmittelquelle 26 ist als eine Pumpeneinheit ausgebildet, die einen Antrieb 28, hier ein drehzahlvariabel und drehrichtungsumkehrbar steuerbarer Elektromotor, und eine Hydromaschine 30, die hier als Hydropumpe ausgebildet ist. Fluidisch parallel zu der Hydromaschine 30 ist ein Niederdruckspeicher 32 geschaltet, aus dem die Hydromaschine 30 über jeweils ein als Rückschlagventil ausgebildetes Nachsaugventil 34 Druckmittel nachsaugen kann.

**[0044]** Von dem zweiten Arbeitsraum 16 erstreckt sich ein Speicherströmungspfad 36 bis hin zu einem als Hochdruckspeicher ausgebildetem Speicher 38. Von dem Speicherströmungspfad 36 führt ein Abzweig 39 bis zu einem zweiten Strömungspfad 40, der sich von der Hydromaschine 30 bis hin zu einem dritten Arbeitsraum 18 erstreckt. In dem Abzweig 39 ist ein Rückschlagventil

41 angeordnet, das in Richtung hin zu dem zweiten Strömungspfad 40 sperrt.

**[0045]** In dem Speicherströmungspfad 36 ist zwischen dem zweiten Arbeitsraum 16 und dem Speicher 38 ein Speicherzuschaltventil 40 angeordnet, hier ein 2/2-Wegeventil, das stromlos geöffnet ist. Zwischen dem zweiten Arbeitsraum 16 und dem Speicherzuschaltventil 42 ist ein Zwischenabzweig 44 des Speicherströmungspfad 36 über ein Aufladeventil 46 mit dem ersten Strömungspfad 24 fluidisch verbindbar. Das Aufladeventil 46 ist hier als ein stromlos geschlossenes 2/2-Wegeventil ausgebildet.

**[0046]** Eine erste Wirkfläche 48 ist an einem geschlossenen Endabschnitt 20 an einer Innenkontur des Kolben-/Stangenelements 12 angeordnet. Die erste Wirkfläche 48 weist im Wesentlichen zu dem Zylinderboden 10 hin und von der Ausfahrriechung 8 weg.

**[0047]** Die zweite Wirkfläche 50 ist an einer hier als ringförmiger Radialbund ausgebildeter Außenkontur des Kolben-/Stangenelements 12 angeordnet, wobei die zweite Wirkfläche 50 im Wesentlichen zu dem Zylinderboden 10 hin und von der Ausfahrriechung 8 weg weist. Der Radialbund ist an einem offenen Endabschnitt 51 des Kolben-/Stangenelements 12 angeordnet.

**[0048]** Eine dritte Wirkfläche 52 ist an der hier als ringförmiger Radialbund ausgebildeter Außenkontur des Kolben-/Stangenelements 12 angeordnet, wobei die dritte Wirkfläche 52 im Wesentlichen zu dem Zylinderkopf 22 hin und zu der Ausfahrriechung 8 hin weist.

**[0049]** Nachfolgend wird die Funktionsweise und verschiedene Betriebsarten des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems beschrieben.

**[0050]** In einem Normalbetrieb ist für eine Bewegung des Kolben-/Stangenelements 12 in seiner Ausfahrriechung 8 ist die erste Wirkfläche 48 über den ersten Strömungspfad 24 mittels der Hydromaschine 30 mit Druckmittel beaufschlagt. Im dritten Arbeitsraum 18 vorhandenes Druckmittel wird über den Speicherströmungspfad 36, den Abzweig 39 und den zweiten Strömungspfad 40 zur Hydromaschine 30 zurückgeführt. Dabei ist das Speicherzuschaltventil 42 bestromt und somit geschlossen und das Aufladeventil 46 ist stromlos und somit geschlossen. Eine Bewegung des Kolben-/Stangenelement 12 entgegen seiner Ausfahrriechung 8 erfolgt bei gleichen Schaltungen der Ventile 42, 46 analog dazu.

**[0051]** Da im Normalbetrieb das Speicherzuschaltventil 42 bestromt und somit geschlossen ist, entsteht wegen der Bewegung des Kolben-/Stangenelements 12 in Ausfahrriechung 8 in dem ersten Arbeitsraum 16 ein Unterdruck beziehungsweise ein Vakuum.

**[0052]** In einem Notbetrieb ist das Speicherzuschaltventil 42 stromlos und somit geöffnet, wodurch die zweite Wirkfläche 50 mit Druckmittel aus dem Speicher 38 beaufschlagt ist und das Kolben-/Stangenelement 12 in seine Ausfahrriechung 8 bewegt ist. Wenn das Speicherzuschaltventil 42 während des Normalbetriebs stromlos geschaltet wird, ist die zweite Wirkfläche 50 zusätzlich zu der ersten Wirkfläche 48 mit Druckmittel beaufschlagt -

die erste Wirkfläche 48, wie oben beschrieben, mit Druckmittel von der Druckmittelquelle 26 beziehungsweise der Hydromaschine 30. Bei einem Stromausfall, der einen Ausfall des Antriebs 28, beispielsweise des Elektromotors, zur Folge hat, ist das Speicherzuschaltventil 42 dadurch quasi automatisch stromlos geschaltet und lediglich die zweite Wirkfläche 50 mit Druckmittel aus dem Speicher 38 beaufschlagt. Somit ist im Notbetrieb der Hydrozylinder 2 auch ohne den Antrieb 28 verstellbar.

**[0053]** Nach dem Ausführen des Notbetriebs muss ein Aufladebetrieb durchgeführt werden, um den Speicher 38 wieder mit Druckmittel aufzuladen und Druckmittel aus dem zweiten Arbeitsraum 16 zurück in den Hydraulikkreis zu fördern. Dabei wird das Speicherzuschaltventil 42 bestromt und ist somit geschlossen und das Aufladeventil 46 bestromt und ist somit geöffnet. Somit wird beim Bewegen des Kolben-/Stangenelements 12 entgegen seiner Ausfahrriichtung 8 Druckmittel von der Hydromaschine 30 über den zweiten Strömungspfad 40 in den dritten Arbeitsraum 18 gefördert. Dabei wird Druckmittel aus dem ersten Arbeitsraum 14 und Druckmittel aus dem zweiten Arbeitsraum 16 zurück in den Hydraulikkreis gefördert, wobei Druckmittel aus dem zweiten Arbeitsraum 16 in den Zwischenabzweig 44 von dem Speicherströmungspfad 36 über das offene Aufladeventil 46 in den ersten Strömungspfad 24 und hin zur Niederdruckseite der Hydromaschine 30 gefördert wird. Druckmittel aus dem ersten Arbeitsraum 14 wird über den ersten Strömungspfad 24 hin zur Niederdruckseite der Hydromaschine 30 gefördert. Von der Hochdruckseite der Hydromaschine 30 wird Druckmittel über den Abzweig 39 und das in Durchflussrichtung durchströmte Rückschlagventil 41 in den Speicher 38 gefördert und der Speicher 38 somit wieder geladen. Ein Normalbetrieb kann danach wieder ausgeführt werden.

**[0054]** Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems im Normalbetrieb.

**[0055]** Die in dem Hydraulikkreis zusätzlich zu dem in Figur 1 dargestellten Hydraulikelemente sind Standardelemente, die hier nicht weiter beschrieben werden sollen.

**[0056]** Im Unterschied zu dem in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel hat der Hydrozylinder 2 des zweiten Ausführungsbeispiels eine Trennwand 54 in dem zweiten Arbeitsraum 16, wodurch dieser in eine zu dem offenen Endabschnitt 51 benachbart angeordnete erste Kammer 56 und eine zu dem Zylinderboden 10 benachbart angeordnete zweite Kammer 58 geteilt ist.

**[0057]** Der im Normalbetrieb wegen der Bewegung des Kolben-/Stangenelements 12 in Ausfahrriichtung 8 bei bestromtem und somit geschlossenem Speicherzuschaltventil 42 entstehende Unterdruck / Vakuum entsteht somit in der ersten Kammer 56.

**[0058]** Ein Verfahrenweg des Kolben-/Stangenelements 12 in Ausfahrriichtung 8 ist im Normalbetrieb von einem zylinderkopfseitigen Ausfahranschlag am Gehäuse 4

markiert und entgegen der Ausfahrriichtung 8 von einer Position der Trennwand 54 markiert.

**[0059]** Die Trennwand 54 ist in einer Zwischenstellung zwischen dem zylinderkopfseitigen Ausfahranschlag am Gehäuse 4 und einem zylinderbodenseitigen Einfahranschlag am Gehäuse 4 und trennt in der zweiten Kammer 58 vorhandenes Druckmittel wirksam von dem in der ersten Kammer 56 wirkenden Unterdruck / Vakuum.

**[0060]** In der Trennwand 54 ist ein als Rückschlagventil ausgebildetes Abflussventil 60 vorgesehen, das in Richtung zu dem Speicher 38 hin durchlässig ist und über das Druckmittel von der ersten Kammer 56 in die zweiten Kammer 58 strömbar ist.

**[0061]** Figur 3 zeigt das zu Figur 2 beschriebene zweite Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems im Notbetrieb.

**[0062]** In dem zu Figur 1 beschriebenen Notbetrieb wird hier die an einer ringförmigen Außenkontur der Trennwand 54 ausgebildete zweite Wirkfläche 50 mit Druckmittel aus dem Speicher 38 beaufschlagt, um das Kolben-/Stangenelement 12 kraftverstärkt in Ausfahrriichtung 8 zu bewegen. Die Trennwand 54 verschiebt sich dabei axial auf dem Führungszapfen 6, bis es an dem Kolben-/Stangenelement 12 beziehungsweise an dessen ringförmigem Radialbund anliegt, wie in Figur 3 gezeigt. Die Trennwand 54 wird dann zusammen mit dem Kolben-/Stangenelement 12 in Ausfahrriichtung 8 bewegt, bis das Kolben-/Stangenelement 12 an dem zylinderkopfseitigen Ausfahranschlag am Gehäuse 4 anliegt.

**[0063]** Figur 4 zeigt das zu Figur 2 beschriebene zweite Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems im Aufladebetrieb.

**[0064]** Im Unterschied zu dem in Figur 1 gezeigten und oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems 1 ist beim zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems 1 im Aufladebetrieb ein vollständiges Einfahren des Kolben-/Stangenelements 12 nicht mehr erforderlich. Beim zweiten Ausführungsbeispiel wird im Aufladebetrieb die Trennwand 54 von dem Kolben-/Stangenelement 12 entgegen der Ausfahrriichtung 8 verschoben und somit ist an jeder Position der Trennwand 54 eine wirksame Trennung von Druckmittel in der zweiten Kammer 58 von im Normalbetrieb in der ersten Kammer 56 entstehendem Unterdruck / Vakuum gewährleistet. Auf diese Weise ist ein Verfahrenweg des Kolben-/Stangenelements 12 und damit ein Maß der Bewegung des Kolben-/Stangenelements 12 entgegen der Ausfahrriichtung 8 beim Aufladebetrieb relativ frei wählbar. Eine gegebenenfalls auftretende Leckagemenge des Hydrozylinders 2, die wegen des Unterdrucks / Vakuums in die erste Kammer 56 gesaugt ist, ist über das Abflussventil 60, insbesondere während des Aufladebetriebs, zurück in den Hydraulikkreis förderbar.

**[0065]** Offenbart ist ein hydraulisches System mit einem speziellen Hydrozylinder, insbesondere einem Gleichgangzylinder in Differentialbauweise, der über drei

getrennte druckmittelbeaufschlagbare Wirkflächen verfügt. Im Normalbetrieb mit einer Gleichgangscharakteristik betreibbar, entwickelt der Hydrozylinder im Notbetrieb eine Differentialcharakteristik. Dies ist vorteilhaft bei einem Einsatz des erfindungsgemäßen hydraulischen Systems beispielsweise bei einer Windkraftanlage zur hydraulischen Pitchverstellung eines Rotors beziehungsweise von dessen Rotorblättern.

#### Bezugszeichenliste

#### [0066]

1	Hydraulisches System	
2	Hydrozylinder	
4	Gehäuse des Hydrozylinders	
6	Führungszapfen	
8	Ausfahrriechung	
10	Zylinderboden	
12	Kolben-/Stangenelement	20
14	Erster Arbeitsraum	
16	Zweiter Arbeitsraum	
18	Dritter Arbeitsraum	
20	Geschlossener Endabschnitt des Kolben-/Stangenelements	25
22	Zylinderkopf	
24	Erster Strömungspfad	
26	Druckmittelquelle	
28	Antrieb	
30	Hydromaschine	30
32	Niederdruckspeicher	
34	Nachsaugventil	
36	Speicherströmungspfad	
38	Speicher	
39	Abzweig	35
40	Zweiter Strömungspfad	
41	Rückschlagventil	
42	Speicherzuschaltventil	
44	Zwischenabzweig	
46	Aufladeventil	40
48	Erste Wirkfläche	
50	Zweite Wirkfläche	
51	Offener Endabschnitt des Kolben-/Stangenelements	
52	Dritte Wirkfläche	45
54	Trennwand	
56	Erste Kammer	
58	Zweite Kammer	
60	Abflussventil	

#### Patentansprüche

1. Hydraulisches System mit einem Hydrozylinder (2), der mindestens drei getrennte druckmittelbeaufschlagbare Wirkflächen (48, 50, 52) aufweist, wobei eine erste Wirkfläche (48) und eine zweite Wirkfläche (50) für eine Bewegung eines Kolben-/Stangen-

elements (12) des Hydrozylinders (2) in seiner Ausfahrriechung (8) druckmittelbeaufschlagbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Speicherzuschaltventil (42) vorgesehen ist, mittels dem die zweite Wirkfläche (50) mit einem Druckmittel eines geladenen Speichers (38) in der Ausfahrriechung (8) beaufschlagbar ist.

2. Hydraulisches System nach Anspruch 1, wobei ein Aufladeventil (46) vorgesehen ist, mittels dem ein von der ersten Wirkfläche (48) begrenzter erster Arbeitsraum (14) des Hydrozylinders (2) mit einem von der zweiten Wirkfläche (50) begrenzten zweiten Arbeitsraum (16) des Hydrozylinders (2) fluidisch verbindbar ist.
3. Hydraulisches System nach Anspruch 2 oder 3, wobei in dem zweiten Arbeitsraum (16) während eines Normalbetriebs ein Unterdruck erzeugbar ist.
4. Hydraulisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche nach Anspruch 2 oder 3, wobei eine Hydromaschine (30) vorgesehen ist, mittels der jeweils die erste Wirkfläche (48) oder eine dritte Wirkfläche (52) des Hydrozylinders (2) in einem geschlossenen Hydraulikkreis mit Druckmittel beaufschlagbar ist, wobei die dritte Wirkfläche (52) zur Bewegung des Kolben-/Stangenelements (12) entgegen der Ausfahrriechung (8) mit Druckmittel beaufschlagbar ist.
5. Hydraulisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 4, wobei in den zweiten Arbeitsraum (16) während eines Normalbetriebs des Hydrozylinders (2) kein Druckmittel einströmbar ist.
6. Hydraulisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 5, wobei der Hydrozylinder (2) in seinem Gehäuse (4) einen Führungszapfen (6) aufweist, auf dem das Kolben-/Stangenelement (12) axial verschiebbar gelagert ist, wobei der erste Arbeitsraum (14) von dem Führungszapfen (6) und dem Kolben-/Stangenelement (12) begrenzt ist, und wobei der zweite Arbeitsraum (16) von dem Führungszapfen (6) und dem Kolben-/Stangenelement (12) und dem Gehäuse (4) begrenzt ist, und wobei ein dritter Arbeitsraum (18) von dem Kolben-/Stangenelement (12) und dem Gehäuse (4) begrenzt ist.
7. Hydraulisches System nach Anspruch 2 bis 6, wobei das Speicherzuschaltventil (42) in einem Speicherströmungspfad (36) zwischen dem Speicher (38) und dem zweiten Arbeitsraum (16) angeschlossen ist, und wobei das Aufladeventil (46) in einem Zwischenabzweig (44) des Speicherströmungspfads (36) zwischen dem Speicherzuschaltventil (42) und dem zweiten Arbeitsraum (16) angeschlossen ist, und wobei der Zwischenabzweig (44) zwischen dem

ersten Arbeitsraum (14) und einer Druckmittelquelle (26) mit einem ersten Strömungspfad (24) fluidisch verbunden ist.

8. Hydraulisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, wobei das Speicherzuschaltventil (42) stromlos offen ist. 5
9. Hydraulisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 8, wobei der zweite Arbeitsraum (16) mittels einer fluiddicht ausgebildeten Trennwand (54) in zwei Kammern (56, 58) unterteilt ist. 10
10. Hydraulisches System nach Anspruch 9, wobei die Trennwand (54) ringförmig ausgebildet ist und auf dem Führungszapfen (6) axial verschiebbar angeordnet ist, und wobei die Trennwand (54) mittels einer Druckmittelbeaufschlagung aus dem Speicher (38) in der Ausfahrriichtung (8) verschiebbar ist, oder mittels einer Druckmittelbeaufschlagung der dritten Wirkfläche (52) über das Kolben-/Stangenelement (12) mittelbar oder unmittelbar entgegen der Ausfahrriichtung verschiebbar ist 15  
20  
25
11. Hydraulisches System nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Trennwand (54) mittels einer Rückstelleinrichtung entgegen der Ausfahrriichtung (8) verschiebbar ist. 30
12. Hydraulisches System nach Anspruch einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei in der Trennwand (54) ein Abflussventil (60) vorgesehen ist, das in Richtung zu dem Speicher (38) hin durchlässig ist. 35
13. Hydraulisches System nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Rückstelleinrichtung in der ersten Kammer (56) angeordnet ist und als eine Gasfüllung oder als ein im Wesentlichen aus Polyurethan bestehendes Federelement ausgebildet ist. 40
14. Hydraulisches System nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die zweite Wirkfläche (50) in einem Notbetrieb mit Druckmittel des geladenen Speichers (38) in der Ausfahrriichtung (8) beaufschlagbar ist. 45
15. Verfahren zum Betreiben des hydraulischen Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte: 50  

Schließen und/oder Geschlossenhalten des Speicherzuschaltventils (42) und Schließen und/oder Geschlossenhalten des Aufladeventils (46) zum Ausführen des Normalbetriebs zum Bewegen des Kolben-/Stangenelements (12) in oder entgegen der Ausfahrriichtung (8), 55  
 Öffnen und/oder Offenhalten des Speicherzuschaltventils (42) und Schließen und/oder Ge-

schlossenhalten des Aufladeventils (46) zum Ausführen eines Notbetriebs zum Bewegen des Kolben-/Stangenelements (12) in Ausfahrriichtung (8), und/oder Schließen und/oder Geschlossenhalten des Speicherzuschaltventils (42) und Öffnen und/oder Offenhalten eines Aufladeventils (46) zum Ausführen eines Zurücksetzens des hydraulischen Systems nach Ausführen des Notbetriebs mit Laden des Speichers (38).



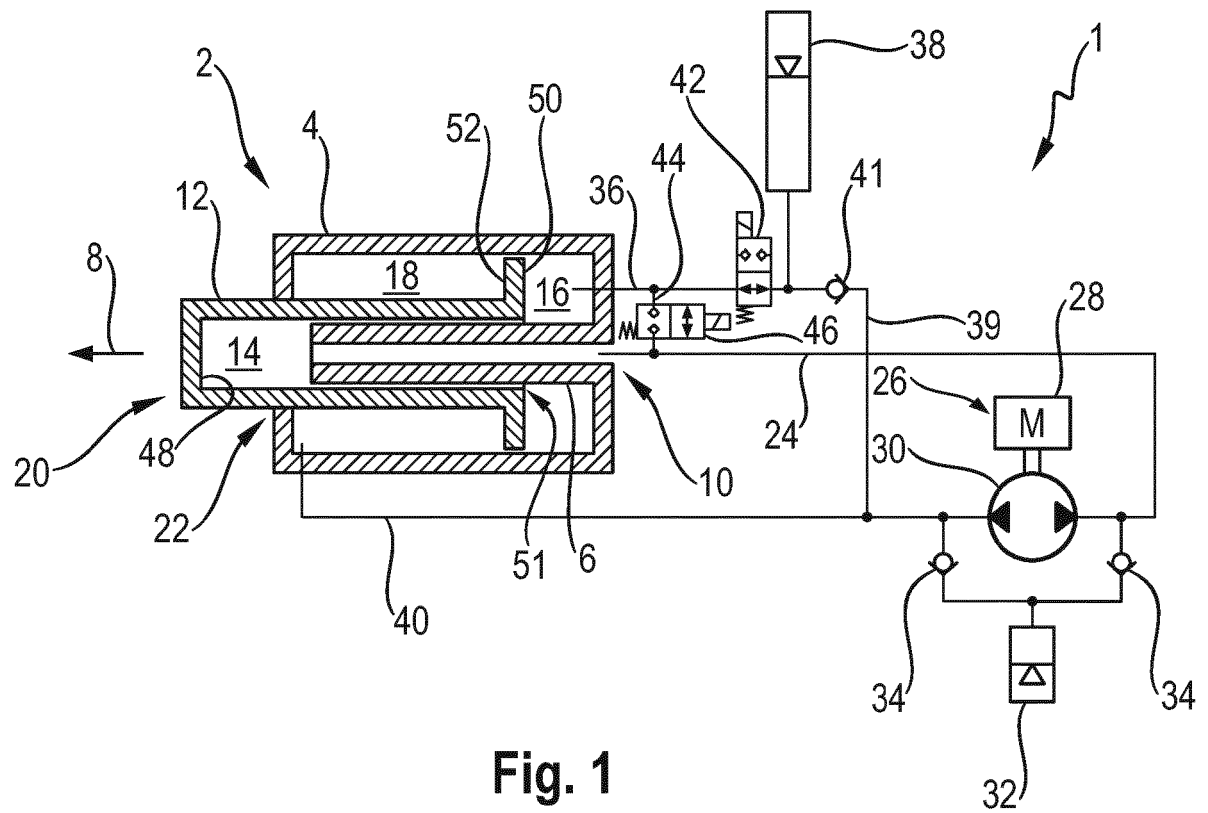


Fig. 1

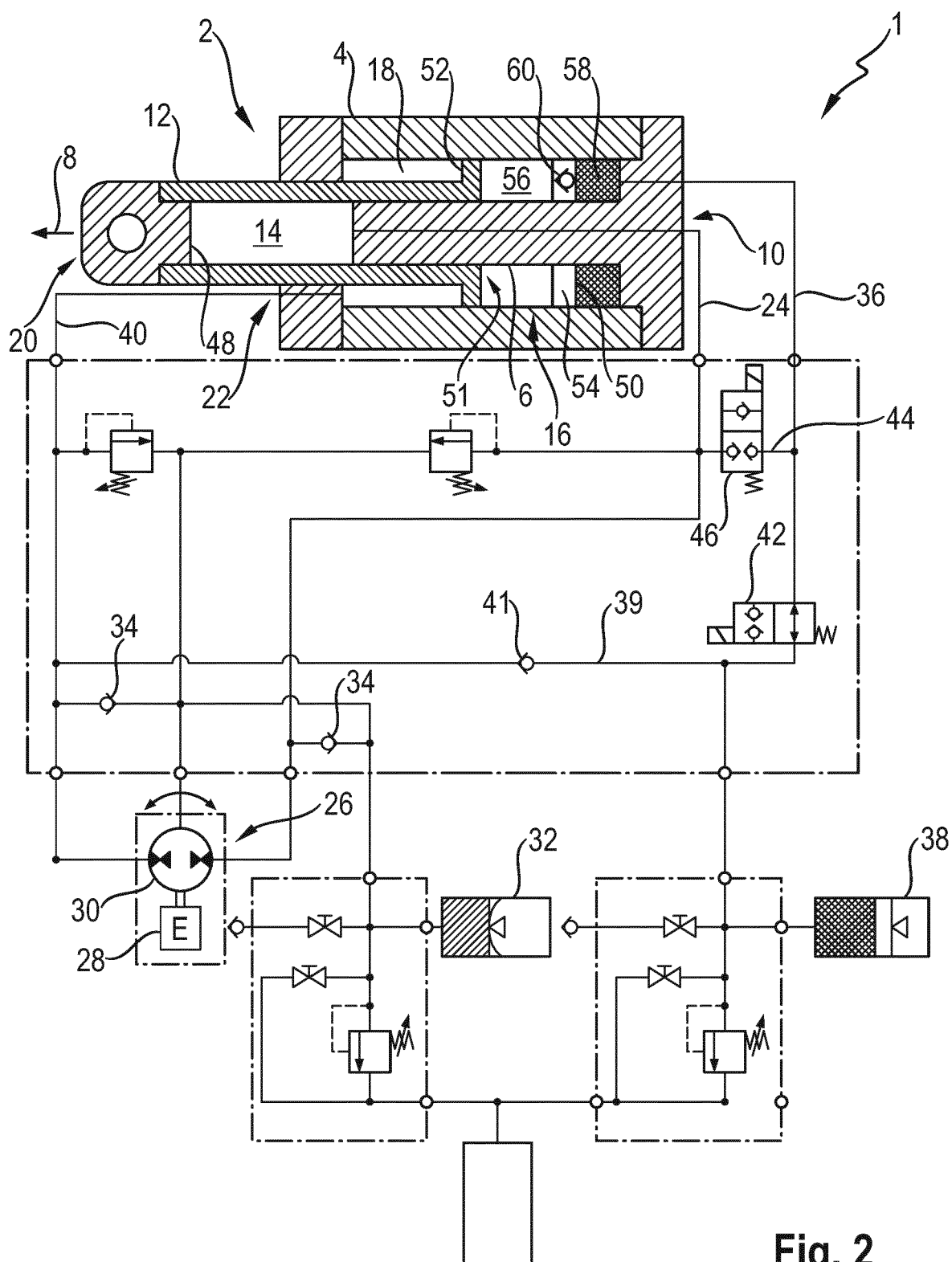
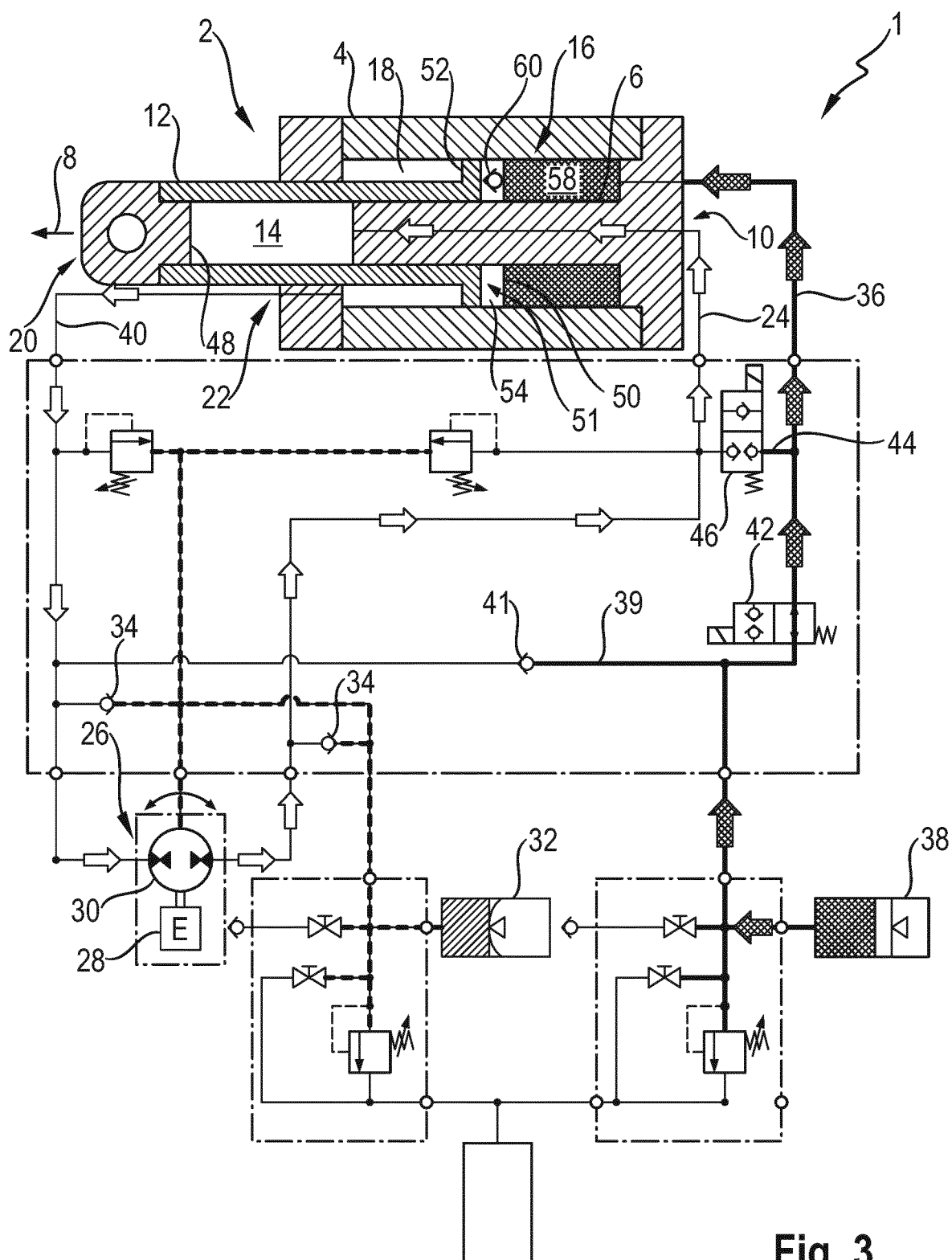
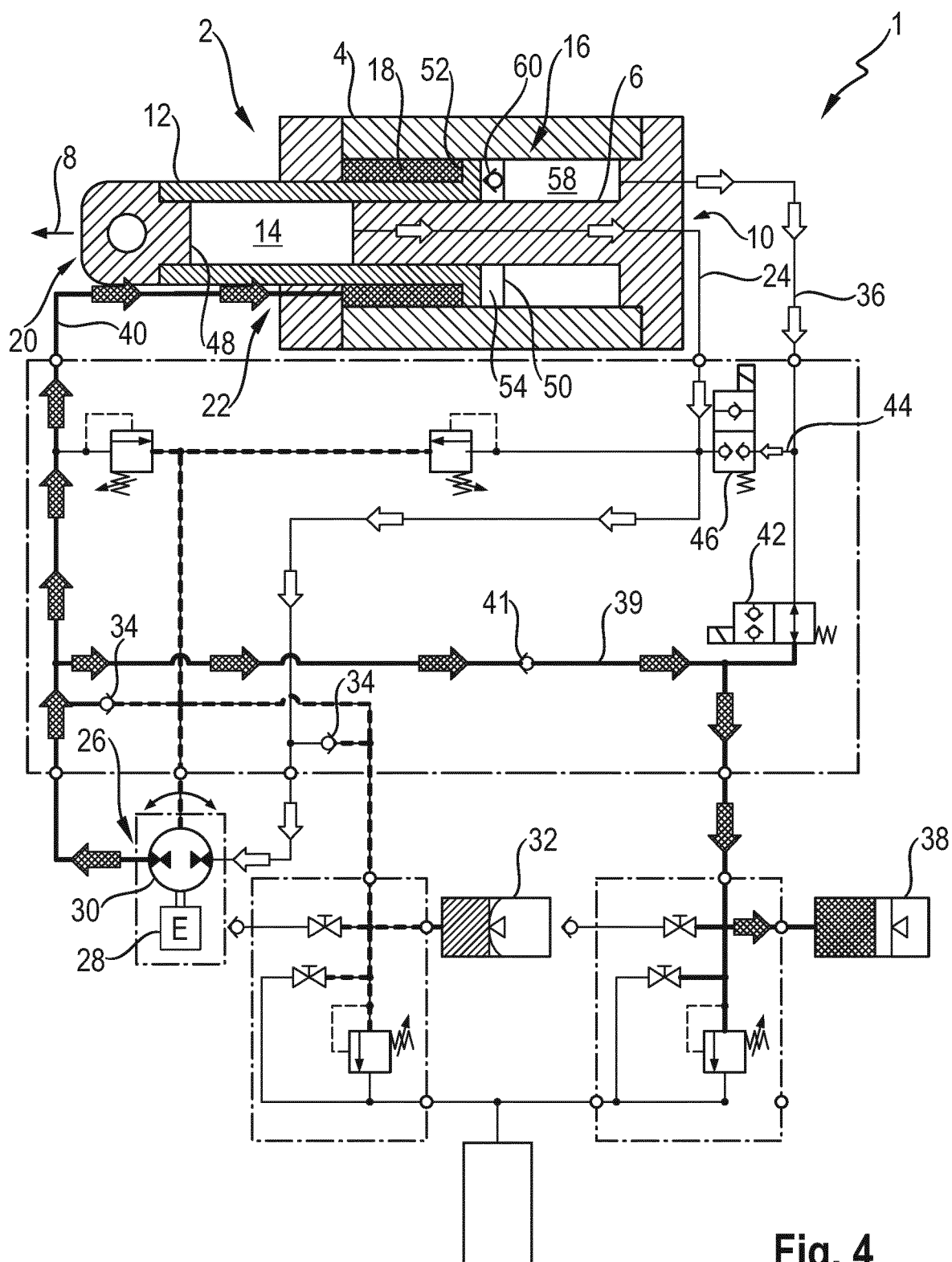


Fig. 2





**Fig. 4**



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 16 16 9921

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	DE 10 2012 012142 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. Dezember 2013 (2013-12-24) * Seiten 6-11; Abbildung 3 * -----	1-6,8-15	INV. F15B1/02 F15B1/033 F15B11/036 F15B15/14
X	EP 2 420 681 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22. Februar 2012 (2012-02-22) * Seiten 2-3; Abbildungen 1-4 * -----	1-4,6,7,14	
X	DE 10 2010 053811 A1 (MOOG GMBH [DE]) 14. Juni 2012 (2012-06-14) * Zusammenfassung; Abbildungen 5-6 * -----	1-6,14,15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F15B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>8. November 2016</b>	Prüfer <b>Carlier, François</b>
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 16 16 9921

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.

08-11-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102012012142 A1	24-12-2013	CN 104541066 A	22-04-2015
			DE 102012012142 A1	24-12-2013
15			US 2015354604 A1	10-12-2015
			WO 2013189566 A1	27-12-2013
	EP 2420681 A2	22-02-2012	DE 102010034610 A1	23-02-2012
			EP 2420681 A2	22-02-2012
20	DE 102010053811 A1	14-06-2012	BR 112013014273 A2	20-09-2016
			CN 103339390 A	02-10-2013
			CN 104481934 A	01-04-2015
			DE 102010053811 A1	14-06-2012
			DK 2649327 T3	11-05-2015
25			EP 2649327 A1	16-10-2013
			EP 2840264 A2	25-02-2015
			ES 2535243 T3	07-05-2015
			HK 1205546 A1	18-12-2015
			US 2014026969 A1	30-01-2014
30			US 2015152887 A1	04-06-2015
			WO 2012076178 A1	14-06-2012
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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