

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
 PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG
 (19) Weltorganisation für geistiges

Eigene
 Internationales Büro

(43) Internationales
 Veröffentlichungsdatum
 27. Dezember 2013 (27.12.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/189566 AI

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F15B 11/072 (2006.01) *F03D 7/02* (2006.01)
F15B 20/00 (2006.01) *F15B 15/14* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP20 13/00 1605
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
 31. Mai 2013 (31.05.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
 10 2012 012 142.3 20. Juni 2012 (20.06.2012) DE
- (71) **Anmelder:** ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE];
 Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) **Erfinder:** FROELICH Udo; Hauptstr. 66, 9785 1
 Rothenfels (DE). KRUG Sebastian; Koehlgasse 6,
 9781 6 Lohr am Main (DE). DOERTOLUK Ibrahim;
 Findbergstraße 25, 63808 Haibach (DE).
- (74) **Anwalt:** WIESMANN, Stephan; Bosch Rexroth AG,
 Zum Eisengießer 1, 97816 Lohr am Main (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
 jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
 AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
 BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
 DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
 HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
 KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
 MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
 OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC,
 SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
 TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
 jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
 GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
 TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
 RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
 CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
 LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** HYDRAULIC ADJUSTING DEVICE
 (54) **Bezeichnung :** HYDRAULISCHE STELLEINRICHTUNG

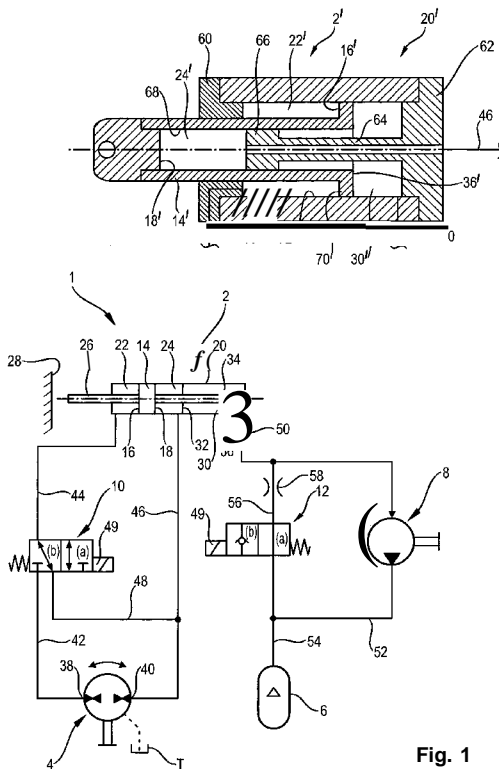


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a hydraulic adjusting device, in particular for use in a power plant, in particular a wind power plant, which has an adjusting function for a working Operation and for a special Operation. To this end, a double-acting adjusting cylinder (2; 2'; 2'') provided for this purpose can be pressurized with a working pressure medium and, in order to satisfy the adjusting function in the special Operation, can be connected to a pressure medium reservoir (6), which has a pressurized gas isolated from the working pressure medium. The adjusting cylinder has a working Chamber (30; 30'; 30'') provided in particular for the adjusting function of the special Operation, the piston area of which is coupled to a piston arrangement of the adjusting cylinder that is in particular provided for the working Operation or can be coupled to said piston arrangement.

(57) **Zusammenfassung:** Offenbart ist eine hydraulische Stelleinrichtung, insbesondere zur Verwendung in einer Energieanlage, insbesondere einer Windenergieanlage, die eine Stellfunktion für einen Arbeits- und für einen Sonderbetrieb aufweist. Ein dafür vorgesehener doppelwirkender Stellzylinder (2; 2'; 2'') ist hierfür mit einem Arbeitsdruckmittel beaufschlagbar und zur Erfüllung der Stellfunktion im Sonderbetrieb mit einem Druckmittelspeicher verbindbar (6), der ein vom Arbeitsdruckmittel getrenntes Druckgas aufweist. Dabei weist der Stellzylinder einen insbesondere für die Stellfunktion des Sonderbetriebes vorgesehenen Arbeitsraum (30; 30'; 30'') auf, dessen Kolbenfläche mit einer insbesondere für den Arbeitsbetrieb vorgesehenen Kolbenanordnung des Stellzylinders gekoppelt ist oder mit dieser Kolbenanordnung koppelbar ist.

WO 2013/189566 A1

SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, Veröffentlich:

GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— mit internationaler Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
V

5

Hydraulische Stelleinrichtung

Beschreibung

10

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Stelleinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

15

Eine derartige Stelleinrichtung weist einen Stellzylinder mit einem Kolben oder mit einer Kolbenanordnung mit zwei entgegengesetzt wirksamen Kolbenfläche auf, wobei über eine erste der Kolbenflächen ein erster und über eine zweite der Kolbenflächen ein zweiter Arbeitsraum begrenzt ist. Der auf diese Weise doppeltwirkend ausgestaltete Stellzylinder weist damit eine Stellrichtung und eine Rückstellrichtung auf. In einem Arbeitsbetrieb sind die beiden Arbeitsräume mit einem insbesondere inkompressiblen oder hydrostatischen Arbeitsdruckmittel beaufschlagt. Eine derartige Stelleinrichtung wird beispielsweise zur Verstellung eines Rotorblatts einer Windenergieanlage oder zur Verstellung eines Ventils in einem Kühlkreislauf einer anderen Energieanlage verwendet.

20

25

Um eine Verstellung beispielsweise des Rotorblattes auch in einem Sonderbetrieb, insbesondere in einem Not- oder Notfahrtbetrieb sicherzustellen, weist die Stelleinrichtung zusätzlich einen Druckmittelspeicher auf, der zu diesem Zweck mit dem Stellzylinder verbindbar ist. Eine derartige Stelleinrichtung ist beispielsweise in der Druckschrift DE 101 22 858 A 1 gezeigt.

30

Nachteilig an der dort gezeigten Lösung ist jedoch, dass sowohl für die Erfüllung der Arbeitsfunktion der Stelleinrichtung als auch zur Erfüllung der Sonderfunktion beziehungsweise Notfahrtfunktion der gleiche Arbeitsraum verwendet wird. Ein Druckmittelkreis für den Arbeitsbetrieb ist somit nicht vom Druckmittelkreis des Sonderbetriebs getrennt, was sich nachteilig auf eine Ausfallsicherheit im Falle des

Sonderbetriebs auswirken kann. Weiterhin nachteilig an der gezeigten Lösung ist, dass zur Erfüllung der beiden Funktionen zwei getrennte Zylinder vorgesehen sind, was einen hohen vorrichtungstechnischen Aufwand darstellt. Selbst bei Ersetzung des in der Lösung gezeigten Federspeichers durch einen gasbelasteten Hydrospeicher weist die gezeigte

5 Stelleinrichtung zudem immer noch ein so großes Gesamtgewicht auf, so dass es insbesondere zur Verwendung als Stelleinrichtung für eine Windenergieanlage, bei der ein geringes Gewicht bedeutsam ist, nur wenig geeignet ist.

Dem gegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine hydraulische

10 Stelleinrichtung zu schaffen, die vorrichtungstechnisch vereinfacht ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine hydraulische Stelleinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

15 Vorteilhafte Weiterbildungen der hydraulischen Stelleinrichtung sind in den Patentansprüchen 2 bis 15 beschrieben.

Eine hydraulische Stelleinrichtung, insbesondere zur Verwendung in einer Windenergie- oder einer Atomenergieanlage oder in einer anderen energie- oder

20 verfahrenstechnischen, insbesondere mit einer Stellfunktion für einen Arbeitsbetrieb und mit einer Stellfunktion für einen insbesondere sicherheitsrelevanten Sonderbetrieb, insbesondere für einen Not- oder Notfahrtbetrieb, hat einen Stellzylinder, der eine Kolbenanordnung mit zwei entgegengesetzt wirksamen Kolbenflächen aufweist, so dass der Stellzylinder über die beiden Kolbenflächen doppelwirkend ausgestaltet ist. Die

25 Kolbenanordnung kann dabei einen oder mehrere Kolben aufweisen. Über eine erste der beiden Kolbenflächen ist ein erster Arbeitsraum des Stellzylinders und über eine zweite der beiden Kolbenflächen ein zweiter Arbeitsraum des Stellzylinders begrenzt. Diese beiden Arbeitsräume sind insbesondere im Arbeitsbetrieb mit einem insbesondere inkompressiblen Arbeitsdruckmittel beaufschlagbar. Weiterhin hat die Stelleinrichtung einen mit dem

30 Stellzylinder verbindbaren Druckmittelspeicher, der ein vom Arbeitsdruckmittel getrenntes Druckgas beinhaltet. Erfindungsgemäß weist der Stellzylinder einen über eine dritte Kolbenfläche begrenzten und mit dem Druckgas beaufschlagbaren dritten Arbeitsraum auf. Dabei ist die dritte Kolbenfläche mit der Kolbenanordnung gekoppelt oder sie ist mit der Kolbenanordnung koppelbar.

Somit sind im Stellzylinder der Stelleinrichtung alle für den Arbeits- und den Sonderbetrieb notwendigen Arbeitsräume integriert, wodurch die Stelleinrichtung gegenüber dem Stand der Technik vorrichtungstechnisch einfacher und kompakter ausgestaltet ist.

- 5 Über die Kolbenanordnung ist zum Einen eine Verstellung im Arbeitsbetrieb und zum Anderen eine Verstellung im Sonder- beziehungsweise Notbetrieb möglich. Zur Verstellung während des Arbeitsbetriebes wirken bevorzugt die mit Arbeitsdruckmittel beaufschlagbaren ersten beiden Arbeitsräume der Kolbenanordnung. Zur Verstellung im Sonderbetrieb hingegen wirkt bevorzugt der mit Druckgas beaufschlagbare dritte Arbeitsraum,
- 10 beziehungsweise dessen mit der Kolbenanordnung gekoppelte oder koppelbare dritte Kolbenfläche, auf die Kolbenanordnung. Da das Druckgas vom Arbeitsdruckmittel getrennt ist, kann somit die Kolbenanordnung selbst bei einem Ausfall der Druckmittelversorgung des Arbeitsdruckmittels noch verstellt werden, was eine Ausfallsicherheit der Stelleinrichtung bezüglich des Sonder- und insbesondere des Notbetriebes erhöht. Eine Trennung eines
- 15 kompressiblen Druckgases von einem inkompressiblen Arbeitsdruckmittel, wie sie in herkömmlichen gasbelasteten Hydrospeichern beispielsweise über eine Membran, eine Blase oder einen Kolben erfolgen muss, entfällt. Diese Trennung erfolgt stattdessen innerhalb des Stellzylinders über dessen bewegliche dritte Kolbenfläche. Das auf diese Weise verwendete Druckgas ermöglicht eine vorrichtungstechnisch einfache, leichte und
- 20 zudem kostengünstige Verwendung einer Druckgasflasche als Druckmittelspeicher. Dadurch kann die gesamte Stelleinrichtung klein, leicht und günstig ausgestaltet werden. Bei einer bevorzugten Verwendung der Stelleinrichtung zur Anstellwinkel- beziehungsweise Pitchverstellung zumindest eines Rotorblattes einer Windenergieanlage hat dies den Vorteil, dass die Stelleinrichtung überwiegend, bevorzugt vollständig, im beschränkten Bauraum
- 25 einer Rotornabe angeordnet sein kann, so dass insbesondere vorrichtungstechnisch aufwendige Drehdurchführungen für das Arbeitsdruckmittel und das Druckgas von einer feststehenden Gondel hin zur Nabe entfallen können. Über den dritten Arbeitsraum und den darin axial verschiebliche dritte Kolbenfläche ist bevorzugt ein vorrichtungstechnisch einfach ausgestalteter Plungerzylinder gebildet. Über die Stelleinrichtung kann auch mehr als ein
- 30 Element verstellt werden. So ist es beispielsweise möglich, mehrere Rotorblätter oder Ventile über eine gemeinsame Stelleinrichtung zu verstellen.

In einer bevorzugten Weiterbildung ist die Stelleinrichtung derart ausgestaltet, dass der dritte Arbeitsraum in Abhängigkeit eines Steuersignals oder eines Messsignals mit dem

Druckgas beaufschlagbar ist. Das Messsignal bildet bevorzugt eine physikalische, thermische, chemische oder sonstige Prozess- oder Zustandsgröße, insbesondere einen Steuerstrom beziehungsweise dessen Ausfall, ab. Das Steuersignal ist bevorzugt ein Signal für einen Übergang vom Arbeits- in den Sonderbetrieb. Bei Verwendung der Stelleinrichtung
5 zur Pitchverstellung des Rotorblattes einer Windenergieanlage bildet das Messsignal bevorzugt eine Windgeschwindigkeit oder eine strukturelle Belastung des Rotors oder der Gondel oder des Turmes ab.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Stelleinrichtung weist eine Hydromaschine mit
10 einem ersten und mit einem zweiten Druckmittelanschluss auf, wobei der erste Arbeitsraum insbesondere über eine erste Druckmittelleitung mit dem ersten Druckmittelanschluss und der zweite Arbeitsraum insbesondere über eine zweite Druckmittelleitung mit dem zweiten Druckmittelanschluss verbindbar ist. Dabei ist unter Leitung eine wortsinngemäße Leitung oder ein Druckmittelkanal zu verstehen.

15 Bevorzugt weist die Stelleinrichtung einen Elektromotor auf, der mit der Hydromaschine gekoppelt ist. Über den Elektromotor ist die Hydromaschine in einem Pumpenbetrieb antreibbar oder in ihrem Motorbetrieb über diesen abbremsbar.

20 Um während der Sonderfunktion bei einer Verstellung des Stellzylinders, und damit von dessen erster und / oder zweiter Kolbenfläche, die Hydromaschine umgehen zu können, weist die Stelleinrichtung ein insbesondere als Schaltventil ausgeführtes Bypasswegeventil auf, das zumindest eine insbesondere elektromagnetisch oder mit Steuerdruck betätigbare Sperrstellung und eine insbesondere federvorgespannte Durchflussgrundstellung aufweist.
25 Dabei ist über letztere der erste Arbeitsraum mit dem zweiten Arbeitsraum unter Umgehung der Hydromaschine verbindbar.

Zur Steuerung der Verbindung des Druckmittelspeichers mit dem dritten Arbeitsraum weist die Stelleinrichtung in einer bevorzugten Weiterbildung ein insbesondere in
30 Ventilsitzbauweise und/oder als Schaltventil ausgestaltetes Absperrventil auf, das zumindest eine insbesondere elektromagnetisch oder mit Steuerdruck betätigbare Sperrstellung und eine insbesondere federvorgespannte Durchflussgrundstellung aufweist. Dabei ist über letztere der Druckmittelspeicher, der das für den Sonderbetrieb vorgesehene Druckgas enthält, mit dem dritten Arbeitsraum verbindbar.

- In einer besonders bevorzugten und vorteilhaften Weiterbildung sind die erste und die zweite Kolbenfläche etwa gleich groß, so dass der Stellzylinder bezüglich des ersten und des zweiten Arbeitsraumes als Gleichgangszylinder ausgestaltet ist. Dies hat zum Vorteil, dass
- 5 bei einer Bewegung der ersten beziehungsweise der zweiten Kolbenfläche aus dem ersten Arbeitsraum gleichviel Druckmittel verdrängt wird, wie es dem zweiten Arbeitsraum zugeführt wird - oder umgekehrt. Dadurch kann auf einen Druckmittelspeicher zum Auffangen eines Differenzvolumens, wie es bei ungleichen Kolbenflächen auftritt, verzichtet werden.
- 10 Ein vorrichtungstechnisch einfacher Stellzylinder ist bevorzugt derart ausgestaltet, dass der erste Arbeitsraum und der zweite Arbeitsraum in einer Längsrichtung des Stellzylinders hintereinander angeordnet sind.
- In einer bevorzugten Weiterbildung der Stelleinrichtung ist die erste und die zweite
- 15 Kolbenfläche der Kolbenanordnung voneinander abgewandt angeordnet, so dass ihre mittleren Flächennormalen im Wesentlichen voneinander wegweisen. Dies hat zum Vorteil, dass die Kolbenanordnung als ein kompakter, kostengünstiger Kolben ausgestaltbar ist.
- Eine vorrichtungstechnisch besonders einfache Lösung zur Kopplung der dritten
- 20 Kolbenfläche mit der Kolbenanordnung ist gegeben, wenn die dritte Kolbenfläche an einer Kolbenstange der Kolbenanordnung ausgebildet ist.
- Der Stellzylinder weist einen besonders einfachen Aufbau auf, wenn alle drei
- 25 Arbeitsräume in Längsrichtung des Stellzylinders hintereinander angeordnet und / oder radial zumindest abschnittsweise über ein gemeinsames Gehäuse des Stellzylinders begrenzt sind.
- Ein in Längsrichtung bei einem gegebenen Hub kürzer bauender Stellzylinder ergibt sich, wenn ein Arbeitsraum konzentrisch zu einem der anderen angeordnet ist. Bevorzugt ist
- 30 dabei der erste Arbeitsraum konzentrisch zum zweiten Arbeitsraum angeordnet. Der Stellzylinder ist in diesem Fall bevorzugt als konzentrischer oder als Koaxialzylinder ausgebildet.

In einer bevorzugten Variante, insbesondere bei der genannten konzentrischen Anordnung des ersten und zweiten Arbeitsraumes, sind die erste und die zweite Kolbenfläche der Kolbenanordnung einander zugewandt angeordnet, so dass ihre mittleren Flächennormalen im Wesentlichen aufeinander zuweisen.

5

Zur Wiederaufladung des das Druckgas aufweisenden Druckmittelspeichers, insbesondere für den Sonder- oder Notfahrtbetrieb, weist die Stelleinrichtung in einer bevorzugten Weiterbildung eine Kompressorfunktion auf. Dabei ist die Kompressorfunktion in einer ersten Variante in den Stellzylinder integriert. Dies wird erreicht, indem im Stellzylinder eine Kompressoreinrichtung angeordnet ist. Diese Variante erweist sich aufgrund der entfallenden Verrohrung und der kompakten Bauweise als besonders platzsparend. In einer zweiten Variante dieser Weiterbildung ist eine Kompressoreinrichtung außerhalb des Stellzylinders angeordnet, wodurch eine Zugänglichkeit, beispielsweise im Falle einer Wartung oder eines Austausches der Kompressoreinrichtung, erleichtert ist.

10

15

Die Variante mit im Stellzylinder angeordneter Kompressoreinrichtung weist zur Verrichtung der Volumenänderungsarbeit bevorzugt einen Hilfskolben auf, an dem die mit der Kolbenanordnung koppelbare dritte Kolbenfläche angeordnet ist. Der Hilfskolben, beziehungsweise die dritte Kolbenfläche, kann also entweder mit der Kolbenanordnung gekoppelt oder von dieser entkoppelt sein, was eine von der Kolbenanordnung unabhängige Bewegung des Hilfskolbens ermöglicht. Dadurch kann der Druckmittelspeicher aufgeladen werden, ohne dass sich eine Position der Kolbenanordnung ändert.

20

25

Bei dieser Variante ist - insbesondere zur Erfüllung der Kompressorfunktion zur Befüllung des Druckmittelspeichers mit Druckgas - am Hilfskolben bevorzugt eine zur dritten Kolbenfläche entgegengesetzt wirksame, vierte Kolbenfläche angeordnet, über die ein vierter Arbeitsraum des Stellzylinders begrenzt ist, der mit einem der Druckmittelanschlüsse der Hydromaschine oder mit einem das Arbeitsdruckmittel aufweisenden Hydrospeicher verbindbar ist.

30

Aus dem gleichen Grunde weist die Stelleinrichtung bevorzugt zumindest ein Wegeventil, insbesondere ein Schaltwegeventil, mit einer insbesondere federvorgespannten Grundstellung und mit einer insbesondere elektromagnetisch oder mit Steuerdruck betätigbaren Schaltstellung auf, wobei der vierte Arbeitsraum über die Grundstellung dieses

Wegeventils mit dem Hydrospeicher und über die betätigbare Schaltstellung dieses Wegeventils mit einem der Druckmittelanschlüsse der Hydromaschine verbindbar ist. Ist die Kompressorfunktion nicht wie vorbeschrieben in den Stellzylinder integriert, weist die Stelleinrichtung bevorzugt einen bezüglich des Stellzylinders externen Kompressor auf.

5

Um die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls des Sonder- oder Notfahrbetriebs zu verringern weist eine bevorzugte Weiterbildung der Stelleinrichtung einen oder mehrere weitere mit dem Druckgas befüllte Druckmittelspeicher auf. Bevorzugt ist dieser oder sind diese zusätzlichen Druckmittelspeicher manuell und / oder unabhängig von einer Energie- oder Stromversorgung aufladbar. Hierfür weist die Stelleinrichtung bevorzugt eine unabhängige Druckmittelspeicherladeeinrichtung, insbesondere eine Kompressoreinrichtung auf.

10

Bevorzugt ist die Hydromaschine derart ausgestaltet, dass sie als Hydropumpe und als Hydromotor sowohl im Rechtslauf als auch im Linkslauf, das heißt in vier Quadranten, betreibbar ist.

15

Bevorzugt ist zumindest eins der Ventile - besonders bevorzugt sind es alle Ventile - in einem Steuerblock der Stelleinrichtung angeordnet.

20

Dieser Steuerblock ist besonders bevorzugt nahe am Stellzylinder angeordnet oder mit diesem, insbesondere lösbar, verbunden.

Im Folgenden werden drei Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen hydraulischen Stelleinrichtung anhand von drei Schaltplänen näher erläutert. Es zeigen:

25

Figur 1 einen Schaltplan eines ersten Ausführungsbeispiels einer hydraulischen Stelleinrichtung mit zwei alternativen Stellzylindern;

Figur 2 einen Schaltplan eines zweiten Ausführungsbeispiels einer hydraulischen Stelleinrichtung mit den zwei alternativen Stellzylindern; und

30

Figur 3 einen Schaltplan eines dritten Ausführungsbeispiels einer hydraulischen Stelleinrichtung mit einem Stellzylinder mit integriertem Kompressor.

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer hydraulischen Stelleinrichtung 1, wie sie in einer Windenergieanlage zur Verstellung eines Anstellwinkels beziehungsweise eines Pitches eines Rotorblattes (nicht dargestellt) verwendet wird. Die Stelleinrichtung 1 hat einen Stellzylinder 2, eine Hydromaschine 4 und einen Druckmittelspeicher 6. Weiterhin weist sie
5 einen Kompressor 8, ein als Schaltventil ausgeführtes 3/2-Wegeventil 10 und ein als Schaltventil in Ventilsitzbauweise ausgeführtes 2/2-Wegeventil 12 auf.

Der Stellzylinder 2 hat einen Kolben 14, an dem in Figur 1 links eine erste Kolbenfläche 16 und rechts eine zweite Kolbenfläche 18 angeordnet ist. Die Kolbenfläche 18 dient zur
10 Bewegung des Kolbens 14 in einer Stellrichtung und die Kolbenfläche 16 zu dessen Bewegung in eine Rückstellrichtung. Über ein Gehäuse 20 des Stellzylinders 2 und die erste Kolbenfläche 16 ist ein erster Arbeitsraum 22 und über das Gehäuse 20 und die zweite Kolbenfläche 18 ein zweiter Arbeitsraum 24 des Stellzylinders 2 begrenzt. Dieser hat zwei Kolbenstangen, von denen in Figur 1 links eine Kolbenstange 26 das Gehäuse zur
15 Anlenkung des Rotorblattes durchdringt. Eine Bewegung der Kolbenstange 26 in Figur 1 nach links ist über einen Anschlag 28 begrenzt. Ist die Kolbenstange 26 bis hin zum Anschlag 28 ausgefahren, so entspricht dies einer Neutral- oder Fahnenstellung des Rotorblattes, in der es kein oder nur wenig Drehmoment an eine Rotorwelle der
20 Windenergieanlage überträgt.

Der Stellzylinder 2 hat einen dritten Arbeitsraum 30, der über einen Zylinderboden 32 vom zweiten Arbeitsraum 24 abgetrennt ist. Vom Kolben 14 ausgehend durchdringt eine zweite Kolbenstange 34 den Zylinderboden 32 und ragt in den dritten Arbeitsraum 30 hinein. Mit der zweiten Kolbenstange 34 gekoppelt, beziehungsweise stirnseitig an dieser
25 ausgebildet, ist eine dritte Kolbenfläche 36, die zusammen mit dem Gehäuse 20 und dem Zylinderboden 32 den dritten Arbeitsraum 30 begrenzt.

Die Hydromaschine 4, die mit einem Elektromotor (nicht dargestellt) gekoppelt ist, hat einen ersten Druckmittelanschluss 38 und einen zweiten Druckmittelanschluss 40. Sie ist für
30 Pumpen- und Motorbetrieb und im Links- und im Rechtslauf betreibbar. Sie weist einen Leckageanschluss auf, der über eine Tankleitung mit einem Tank T verbunden ist. Der erste Druckmittelanschluss 38 ist über eine Druckleitung 42 und 44 mit dem ersten Arbeitsraum 22 und der zweite Druckmittelanschluss 40 über eine Druckleitung 46 mit dem zweiten Arbeitsraum 24 verbunden. Zur Ausbildung eines Arbeitsdruckmittelkreises über ersten

Arbeitsraum 22, die Druckmittelleitungen 44, 42, den ersten Druckmittelanschluss 38, die Hydromaschine 4, den zweiten Druckmittelanschluss 40, die Druckmittelleitung 46 und den zweiten Arbeitsraum 24 weist das 3/2-Wegeventil 10 eine über einen Elektromagneten 49 betätigbare Schaltstellung (a) auf. Zur Umgehung der Hydromaschine 4 weist das 3/2-
5 Wegeventil 10 zudem eine Bypassstellung (b) auf. In der Bypassstellung (b) ist die Druckleitung 44 über eine Bypassleitung 48 mit der Druckleitung 46 unter Umgehung der Hydromaschine 4 verbunden. Über eine derartige Schaltung kann Druckmittel aus den Arbeitsräumen 22, 24 in den jeweilig anderen Arbeitsraum 24, 22 strömen, ohne den Widerstand der Hydromaschine 4 überwinden zu müssen. Dies ist insbesondere in einem
10 Sonder- beziehungsweise Notfahrbetrieb, wie er später erläutert wird, wichtig.

Der dritte Arbeitsraum 30 ist über eine Druckleitung 50 mit einem Sauganschluss des Kompressors 8 verbunden. An einen Hochdruckanschluss des Kompressors 8 ist eine Druckleitung 52 angeschlossen. Diese mündet in einer Druckleitung 54, welche an den
15 Druckmittelspeicher 6 angeschlossen ist. Von der den dritten Arbeitsraum 30 mit dem Sauganschluss des Kompressors 8 verbindenden Druckleitung 50 zweigt eine Druckleitung 56 ab. Zwischen den Druckleitungen 54 und 56 ist ein als Schaltventil in Sitzventilbauweise ausgeführtes elektromagnetisch betätigbares 2/2-Wegeventil angeordnet. Dies weist eine federvorgespannte Durchflussstellung (a) und eine elektromagnetisch betätigbare
20 Sperrstellung (b) auf.

In einem Normal- oder Arbeitsbetrieb der Stelleinrichtung 1 gilt es zur Anlenkung des Rotorblattes, den Kolben 14 und seine Kolbenstange 26 mit Hilfe der Hydromaschine 4 in seine nach links gerichtete Stellrichtung und in seine nach rechts gerichtete
25 Rückstellrichtung zu bewegen. Zu diesem Zweck sind das Bypasswegeventil 10 und das 2/2-Wegeventil 12 bestromt, wobei ersteres in seine Arbeitsstellung (a) und letzteres in seine Sperrstellung (b) geschaltet ist. Der Kompressor 8 ist zu diesem Betriebszustand nicht in Verwendung. Im Druckmittelspeicher 6 befindet sich Druckgas, das unter einem ausreichend hohen Druck von etwa 160 bar vorgehalten wird, um für einen auftretenden Sonder- oder
30 Notfahrbetrieb die Kolbenstange 26 bis an ihren Anschlag 28 zu verstellen. Für eine Bewegung der Kolbenstange 26 in Figur 1 nach links fördert die Hydromaschine 4 vom Arbeitsraum 22 über die Druckleitungen 44, 42 und 46 Druckmittel in den zweiten Arbeitsraum 24. Für eine Rückstellung des Kolbens 14 in Figur 1 von links nach rechts erfolgt die Druckmittelförderung über die Hydromaschine 4 in umgekehrter Richtung.

Es sei angenommen, dass das nicht dargestellte Rotorblatt in seine kraftlose Fahnenstellung gestellt werden muss. Dies geschieht beispielsweise zum Zwecke der Wartung der Windkraftanlage oder in einem Notfall. Zu diesem Zweck ist der Kolben 14
5 beziehungsweise dessen Kolbenstange 26 an dessen Anschlag 28 zu fahren. Diese Aufgabe kann zwar bei allen gezeigten Ausführungsbeispielen sowohl vom Arbeitskreis der Hydromaschine 4 als auch vom Druckmittelspeicher 6 in Zusammenarbeit mit dem dritten Arbeitsraum 30 übernommen werden. Insbesondere jedoch bei einem Ausfall der Strom- oder Steuerstromversorgung oder im Falle des Versagens des Arbeitsdruckmittelkreises
10 stellt der Druckmittelspeicher 6 in Zusammenarbeit mit dem dritten Arbeitsraum 30 einen redundanten Druckmittelkreis dar, über den die Fahnenstellung autark anfahrbar und haltbar ist.

Zur Erläuterung dieser Redundanz sei angenommen, dass ein Notfahrbetrieb vorliegt,
15 der durch einen Ausfall der Steuerstromversorgung ausgelöst ist. In diesem Fall sind das Bypassventil 10 und das 2/2-Wegeventil 12 in unbestromt. Das Bypassventil 10 nimmt somit seine federvorgespannte Bypassstellung (b) und das 2/2-Wegeventil seine federvorgespannte Durchflussstellung (a) ein. Durch die erstgenannte Stellung ist ein Umströmen des Druckmittels vom Arbeitsraum 22 in den Arbeitsraum 24 unter Umgehung
20 der Hydromaschine 4 ermöglicht. Über die Durchflussstellung (a) des 2/2-Wegeventils 12 ist der Druckmittelspeicher 6 über die Druckleitung 54, 56 und 50 mit dem dritten Arbeitsraum 30 verbunden. In diesem Moment wirkt der Druck im Druckmittelspeicher 6 auf die dritte Kolbenfläche 36, so dass auf die Kolbenstange 34 eine in Figur 1 nach links auf den Anschlag 28 gerichtete Kraft wirkt. Der Kolben 14 verschiebt sich folglich in dieser Richtung.
25 Dabei verdrängt er Druckmittel aus dem ersten Arbeitsraum 22 in vorbeschriebener Weise über das Bypassventil 10 in den zweiten Arbeitsraum 24 hinein. Auf diese Weise wird das nicht dargestellte Rotorblatt in Richtung seiner Fahnenstellung bewegt. Über eine Drossel 58, die in der Druckleitung 56 stromabwärts des 2/2-Wegeventils 12 angeordnet ist, wird dabei die Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens 14 während des Notfahrbetriebes
30 begrenzt.

Für eine reguläre Wiederaufnahme des Normal- oder Arbeitsbetriebes ist im Folgenden Voraussetzung, dass der Druckmittelspeicher 6 für einen potentiellen Notfahrbetrieb aufgeladen wird. Hierzu ist der Kompressor 8 vorgesehen. Dessen Aufgabe ist es, das

im dritten Arbeitsraum 30 nach dem vorbeschriebenen Notfahrbetrieb angeordnete Druckgas wieder in den Druckmittelspeicher 6 zu fördern. Die Voraussetzung hierfür ist, dass die Stelleinrichtung 1 wieder über Steuerstrom verfügt. Über eine nicht dargestellte Steuereinheit wird zur Wiederaufladung des Druckmittelspeichers 6 das 2/2-Wegeventil 12, auch als Notfahrschaltventil bezeichnet, in seine Sperrstellung (b) geschaltet, so dass aus dem Druckmittelspeicher 6 während des Ladevorgangs kein Druckgas in den dritten Arbeitsraum 30 zurückströmen kann. Der Kompressor 8 ist beispielsweise als Gaskompressor oder als Zylindereinheit ausgeführt und saugt im Folgenden Druckgas aus dem dritten Arbeitsraum 30 an und lädt den Druckmittelspeicher 6 bis zum notwendigen Notfahrdruck von etwa 160 bar auf.

Alternativ zur beschriebenen Aufladung des Druckmittelspeichers 6 über den Kompressor 8 kann diese über die Hydromaschine 4 erfolgen. Hierzu ist der Elektromagnet 49 des Bypassventils 10 bestromt, so dass dieses seine Durchflussstellung (a) einnimmt und die Bypassleitung 48 abgesperrt ist. Zur Aufladung des Druckmittelspeichers 6 fördert nun die Hydromaschine 4 Druckmittel vom zweiten Arbeitsraum 24 über die Druckleitungen 46, 42 und 44 in den ersten Arbeitsraum 22. In Folge verschiebt sich der Kolben 14 aus seiner Anschlagstellung im Gehäuse 20 in Figur 1 nach rechts, so dass sich auch die dritte Kolbenfläche 36 im dritten Arbeitsraum 30 nach rechts verschiebt. In Folge wird das Gas im dritten Arbeitsraum 30 komprimiert und über die Durchflussstellung (a) des Notfahrschaltventils 12 in den Druckmittelspeicher 6 gedrückt. In dieser Alternative kann der Kompressor 8 als Ladeeinrichtung entfallen. Alternativ oder ergänzend kann das Bypassventil 10 eine dritte Schaltstellung aufweisen, über die der Kolben 14 in einer gewünschten Position arretierbar ist.

Der Stellzylinder 2 der vorangegangenen Figurenbeschreibung ist als vorrichtungstechnisch einfacher, doppelwirkender Gleichgangszylinder ausgebildet, wobei sich das Merkmal des Gleichgangs aus den beiden gleich großen Kolbenflächen 16 und 18 ergibt. Die Arbeitsräume 22, 24 und 30 sind bei dieser Bauweise entlang einer Längsachse des Stellzylinders 2 hintereinander angeordnet. Der Stellzylinder 2 baut daher vergleichsweise lang.

Eine alternative Bauform eines doppelwirkenden Gleichgangszylinders zeigt der Stellzylinder 2', der in Figur 1 oben rechts abgebildet ist. Der Stellzylinder 2' hat ein

zylindrisches Gehäuse 20', das über einen Gehäusedeckel 60 und einen Zylinderboden 62 in axialer Richtung beidseitig verschlossen ist. Weiterhin hat der Stellzylinder 2' einen ersten Arbeitsraum 22', einen zweiten Arbeitsraum 24' und einen dritten Arbeitsraum 30'. Am Zylinderboden 62 ist ein konzentrisch in den dritten Arbeitsraum 30' ragender Zapfen 64 angeordnet, der in Figur 1 links einen radial erweiterten Endabschnitt 66 aufweist. Ein Hohlkolben 14' hat eine zentrale zylindrische Ausnehmung 68, über die er axial verschieblich auf der zylindrischen radialen Erweiterung 66 des Zapfens 64 gelagert ist. Zudem weist der Kolben 14' an einem in Figur 1 rechten Endabschnitt einen Radialbund 70 auf, über dessen Außenumfangsfläche der Hohlkolben 14' an einer Innenmantelfläche 72 des Zylindergehäuses 20' axial verschieblich gelagert ist.

Auf diese Weise sind am Hohlkolben 14' eine erste in Rückstellrichtung wirkende Kolbenfläche 16', eine zweite in Stellrichtung wirkende Kolbenfläche 18' und eine dritte, ebenfalls in Stellrichtung wirkende dritte Kolbenfläche 36' ausgebildet. Über die erste Kolbenfläche 16', eine dieser zugewandten inneren Stirnfläche des Gehäusedeckels 60, die Innenmantelfläche 72 und eine Außenmantelfläche des Hohlkolbens 14' ist der Arbeitsraum 22' begrenzt. Über die zweite Kolbenfläche 18', eine Innenmantelfläche der zylindrischen Ausnehmung 68 des Hohlkolbens 14' und die Stirnfläche der radialen Erweiterung 66 des Zapfens 64 ist der zweite Arbeitsraum 24' begrenzt. Der dritte Arbeitsraum 30' ist über die dritte Kolbenfläche 36', eine dieser zugewandten inneren Stirnfläche des Zylinderbodens 62, die Innenmantelfläche 72, die Außenmantelfläche des Zapfens 64 und eine in Figur 1 rechts an der radialen Erweiterung 66 angeordnete Ringstirnfläche begrenzt.

Über die Hydromaschine 4 und die Druckleitung 44 ist der erste Arbeitsraum 22' mit Druckmittel versorgbar. Die Druckleitung 44 durchgreift dabei in Form eines Druckkanals den Gehäusedeckel 60. Der zweite Arbeitsraum 24' ist über die Hydromaschine 4 und die Druckleitung 46 mit Druckmittel versorgbar. Die Druckleitung 46 geht dabei nach dem Eintritt in den Zylinderboden 62 in eine koaxiale Durchgangsbohrung im Zapfen 64 über, die in Figur 1 links in den zweiten Arbeitsraum 24' einmündet. Der dritte Arbeitsraum 30' ist über die Druckleitung 50, die den zylindrischen Gehäuseteil des Gehäuses 20' durchgreift, mit Druckgas aus dem Druckmittelspeicher 6 versorgbar.

Die Funktionsweise des Normal- und des Sonder- beziehungsweise Notfahrtbetriebs gilt analog für den alternativen Stellzylinder 2' gemäß der vorangegangenen Beschreibung

des Stellzylinders 2. Dabei sind bezogen auf den Stellzylinder 2 gleichwirkende Teile des Stellzylinders 2' mit den gleichen, allerdings um einen Hochstrich erweiterten, Bezugszeichen versehen. Der zum Stellzylinder 2 alternative Stellzylinder 2' baut aufgrund seiner konzentrischen, koaxialen Bauweise in Längsrichtung kürzer.

5

Es folgt eine ausführliche Beschreibung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Stelleinrichtung 101 mit einem vom Stellzylinder 2; 2' unabhängigen Speicherlademechanismus und einer Zylinderarretierung. Die Stelleinrichtung 101 entspricht in weiten Teilen derjenigen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel von Figur 1. Für gleich gebliebene Bauteile wurden daher auch die Bezugszeichen gemäß Figur 1 übernommen. In 10 Figur 2 oben rechts ist analog zu Figur 1 der alternative Stellzylinder 2' abgebildet, der ebenfalls unverändert ist. Mit Bezug zum ersten Ausführungsbeispiel unverändert sind weiterhin der Anschlag 28, der Stellzylinder 2, die den Stellzylinder 2; 2' mit Druckmittel versorgenden Druckleitungen 44, 46, die Druckleitung 50 zur Versorgung des dritten 15 Arbeitsraums 30; 30', die Drossel 58, das 2/2-Wegeventil 12, die Druckleitungen 52, 54, der Druckmittelspeicher 6, die Hydromaschine 4 mit Ihren Druckmittelanschlüssen 38, 40 und die Bypassleitung 48. Abweichend vom ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist in einem Druckmittelströmungspfad vom ersten Druckmittelanschluss 38 hin zum ersten Arbeitsraum 22; 22' ein als Schaltventil in Sitzventilbauweise ausgeführtes 2/2-Wegeventil 174 mit einer 20 elektromagnetisch betätigbaren Durchflussstellung (a) und einer federvorgespannten Sperrstellung (b) angeordnet. Des Weiteren ist in einem Druckmittelströmungspfad vom zweiten Druckmittelanschluss 40 hin zum zweiten Arbeitsraum 24; 24' ein zum Wegeventil 174 baugleiches Wegeventil 175 mit der elektromagnetisch betätigbaren Durchflussstellung (a) und der federvorgespannten Sperrstellung (b) angeordnet. Das Wegeventil 174 ist dabei 25 über die Druckleitung 44 mit dem ersten Arbeitsraum 22; 22' und das Wegeventil 175 über die Druckleitung 46 mit dem zweiten Arbeitsraum 24; 24' verbunden. Die Druckleitungen 44, 46 sind über die Bypassleitung 48 und ein darin angeordnetes zu den Wegeventilen 174, 175 im Wesentlichen baugleiches Wegeventil 177 verbindbar. Das Wegeventil 177 unterscheidet sich von den Wegeventilen 174, 175 dadurch, dass seine Durchflussstellung 30 (b) federvorgespannt und seine Sperrstellung (a) elektromagnetisch über den Elektromagneten 49 betätigbar ist.

Des Weiteren weist die Stelleinrichtung 101 einen gasbelasteten Niederdruckspeicher 178 auf. An dessen Druckmittelraum 179, in dem inkompressibles Arbeitsdruckmittel

angeordnet ist, ist eine Druckmittelleitung 180 angeschlossen. Von der Druckmittelleitung 180 zweigen Druckleitungen 182, 184 ab. Die Druckleitung 182 ist über die Druckleitung 42 mit dem ersten Druckmittelanschluss 38 der Hydromaschine 4 verbindbar, wobei im Druckmittelströmungspfad vom Niederdruckspeicher 178 hin zum Druckmittelanschluss 38 ein in dieser Richtung öffnendes Rückschlagventil 186 angeordnet ist. In analoger Weise ist die Druckleitung 184 mit dem zweiten Druckmittelanschluss 40 der Hydromaschine 4 verbindbar, wobei im Druckmittelströmungspfad vom Niederdruckspeicher 178 hin zum zweiten Druckmittelanschluss 40 ein in diese Richtung öffnendes Rückschlagventil 187 angeordnet ist. In einem jeweiligen Abschnitt zwischen den Rückschlagventilen 186, 187 und den Druckmittelanschlüssen 38, 40 zweigen von den Druckleitungen 182, 184 Druckleitungen 188, 190 ab, die mit jeweils einem Druckmitteleingang eines Wechselventils 192 verbunden sind. Das Wechselventil 192 wählt einen höheren der in den Druckleitungen 182, 184 wirkenden Drücke aus und meldet, beziehungsweise übergibt ihn an eine später erläuterte Druckleitung 194.

Gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist in Figur 2 die Speicherladeeinheit zum Aufladen des Druckmittelspeichers 6 detaillierter ausgeführt. Die Speicherladeeinheit umfasst einen als Zylindereinheit ausgeführten Kompressor 108 mit einem federentlasteten Gasraum 195 und einem Druckmittelraum 196. Der Gasraum 195 ist dabei über einen Kolben 197 vom Druckmittelraum 196 getrennt. Der Gasraum 195 des Kompressors 108 ist über eine Saugleitung 150 mit dem dritten Arbeitsraum 30; 30' des Stellzylinders 2; 2' verbunden. Im Fall eines Stellzylinders 2' ist der Zylinderboden 62 von der Saugleitung 150 beziehungsweise dem Saugkanal durchsetzt, der in den dritten Arbeitsraum 30' mündet. In der Saugleitung 150 ist ein hin zum Gasraum 195 öffnendes Rückschlagventil 198 angeordnet. Des Weiteren ist der Gasraum 195 des Kompressors 108 über die Druckleitung 52 an die Druckleitung 54 des Druckmittelspeichers 6 angebunden. In der Druckleitung 52 ist ein in Richtung des Druckmittelspeichers 6 öffnendes Rückschlagventil 199 angeordnet.

Der Druckmittelraum 196 des Kompressors 108 ist über ein als Schaltventil in Sitzventilbauweise ausgeführtes 3/2-Wegeventil 189 und die Druckleitung 194 mit dem Ausgang des Wechselventils 192 und auf diese Weise mit dem Arbeitsdruckmittelkreis der Hydromaschine 4 verbindbar. In der Druckleitung 194 ist eine Drossel 158 angeordnet. Weiterhin ist ein Leckageanschluss der Hydromaschine 4 über eine Leckageleitung 200 mit

der Druckmittelleitung 180 verbunden. Diese ist wiederum über eine Druckmittelleitung 191 mit einem Tankanschluss des Wegeventils 189 verbunden. In der Druckmittelleitung 191 ist eine Drossel 159 angeordnet.

5 In einem Arbeitsbetrieb der Stelleinrichtung 101 gemäß Figur 2 sind die Ventile 12, 175, 177 und 174 bestromt. Das Ventil 12 weist somit die Sperrstellung (b), das Ventil 175 die Durchflussstellung (a), das Bypassventil 177 die Sperrstellung (a) und das Ventil 174 die Durchflussstellung (a) auf. In diesem Zustand ist der erste Arbeitsraum 22; 22' über die Druckleitung 44, die Durchflussstellung (a) des Ventils 174, die Druckleitung 42, über die
10 Hydromaschine 4, den zweiten Druckmittelausgang 40, die Durchflussstellung (a) des Ventils 175 und die Druckleitung 46 mit dem zweiten Druckraum 24; 24' in Druckmittelverbindung. Die Bypassleitung 48 ist in diesem Zustand durch die Sperrstellung (a) des Ventils 177 gesperrt. Der Druckmittelraum 179 ist mit inkompressiblem Druckmittel, insbesondere Hydrauliköl, befüllt und mit einem Niederdruck von etwa 3 bar gasbelastet. Die Gasbelastung
15 erfolgt über das im Niederdruckspeicher 178 unter Druck stehende Gas, das über eine Membran leakagefrei vom Druckmittelraum 179 getrennt ist.

Die Hydromaschine 4 ist vom Elektromotor 5 angetrieben und fördert zur Bewegung des Kolbens 14; 14' Druckmittel in den zweiten Arbeitsraum 24; 24'. Auf diese Weise bewegt
20 sich der Kolben 14; 14' in Figur 2 in Richtung des Anschlags 28 nach links. Das dabei aus dem ersten Arbeitsraum 22; 22' abströmende Druckmittel wird über die Durchflussstellung (a) des Ventils 174 dem ersten Druckmittelausgang 38, beziehungsweise der Saugseite der Hydromaschine 4, zugeführt. Die vom ersten Arbeitsraum 22; 22' abströmende Druckmittelmenge und die dem zweiten Arbeitsraum 24; 24' zuströmende Druckmittelmenge
25 sind etwa gleich groß, da die Kolbenflächen 16; 16' und 18; 18' etwa gleich groß sind.

Soll der Kolben 14; 14' des Zylinders 2; 2' eingefahren werden, so wird einfach die Bewegungsrichtung der Hydromaschine 4 umgekehrt. In diesem Fall bewegt sich für den Stellzylinder 2 die Kolbenstange 34 in den dritten Arbeitsraum 30 hinein, so dass ein
30 Volumen des Arbeitsraums 30 sich verringert und der darin herrschende Druck ansteigt. Eine Druckerhöhung im Arbeitsraum 30 beträgt dabei etwa 0,2 bis 1 bar. Der gleiche Vorgang bewirkt im alternativen Stellzylinder 2' die Verschiebung des Kolbens 14' von links nach rechts, so dass der Radialbund 70 das Volumen des dritten Arbeitsraums 30' verringert. Selbst bei maximalem Einfahren des Kolbens 14; 14' reicht die Druckerhöhung im dritten

Arbeitsraum 30; 30' nicht aus, das Rückschlagventil 198 hin zum Gasraum 195 des Kompressors 108 oder das die Sperrstellung (b) ausbildende Rückschlagventil des Wegeventils 12 hin zum Druckmittelspeicher 6 zu öffnen. Der dritte Arbeitsraum 30; 30' bleibt somit geschlossen.

5

Es wird nun für das Ausführungsbeispiel der Figur 2 der bereits im ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 skizzierte Notfahrtbetrieb erläutert. Der Notfahrtbetrieb sei dadurch gegeben, dass die Steuerstromversorgung der Stelleinrichtung 101 komplett ausgefallen ist. In diesem Zustand sind sämtliche Elektromagnete 49 der betätigbaren
10 Ventile 12, 175, 177, 174 und 189 stromlos, so dass diese in ihre federvorgespannten Schaltstellungen geschaltet sind. Des Weiteren liegt ein Ausfall des Elektromotors 5 vor, so dass die Hydromaschine 4 keine Förderleistung erbringen kann. Die Stelleinrichtung 101 ist derart ausgestaltet, dass allein aufgrund des fehlenden Steuerstroms und der
15 federvorgespannten Grundstellungen der Ventile der dritte Arbeitsraum 30; 30' über die Durchflussstellung (a) des Wegeventils 12 mit dem im Druckmittelspeicher 6 herrschenden Druck des Druckgases beaufschlagt wird. Der Druckmittelspeicher 6 entlädt sich somit zumindest teilweise über das Wegeventil 12 in den dritten Arbeitsraum 30; 30' und von dort über die Druckleitung 150 und das Rückschlagventil 198 in den Gasraum 195 des
20 Kompressors 108. Dabei bewegt der Druck im Arbeitsraum 30; 30' den Kolben 14; 14' ausfahrend in Richtung des Anschlags 28. Das dabei aus dem sich verkleinernden ersten Arbeitsraum 22; 22' abströmende Arbeitsdruckmittel fließt über die Druckleitung 44, die Bypassleitung 48, die Durchflussstellung (b) des Ventils 177 und die Druckleitung 46 dem sich vergrößernden zweiten Arbeitsraum 24; 24' zu. Ist der Anschlag 28 und somit die
25 Fahnenposition des Rotorblatts erreicht, wird der Kolben 14; 14' vom im dritten Arbeitsraum 30; 30' herrschenden Gasdruck von etwa 160 bar in dieser Position gehalten. Der Druckmittelspeicher 6, der dritte Arbeitsraum 30; 30' und der Gasraum 195 weisen dann etwa das gleiche Druckniveau von etwa 160 bar auf.

Um den Druckmittelspeicher 6 im Anschluss an die vorbeschriebene Notfahrt wieder
30 mit Druckgas zu beladen, und somit eine erneute Notfahrt vorzubereiten, sei angenommen, dass die Stelleinrichtung 101 gemäß Figur 2 wieder über eine Stromversorgung verfügt. Voraussetzung dafür, dass der Druckmittelspeicher 6 aufgeladen werden kann ist, dass die Ventile 174, 175 stromlos geschaltet sind und ihre federvorgespannten Sperrstellungen (b) aufweisen. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass bei Betätigung der Hydromaschine 4

weder der erste Arbeitsraum 22; 22' noch der zweite Arbeitsraum 24; 24' mit Druckmittel versorgt werden und der Kolben 14; 14' auf diese Weise arretiert ist. Zudem ist das Bypassventil 177 bestromt und weist ebenso seine Sperrstellung (a) auf, so dass ein Bypassvolumenstrom zwischen den Arbeitsräumen 22, 24, beziehungsweise 22', 24',
5 verhindert ist und der Kolben 14; 14' eingespannt ist. Zu diesem Zeitpunkt ist der Kolben 14; 14', beziehungsweise dessen Kolbenstange, bis hin zum Anschlag 28 ausgefahren. Das Wegeventil 189 ist über seinen Elektromagneten 49 bestromt und verbindet so den Druckmittelraum 196 des Kompressors 108 mit der Druckleitung 194 und dem Ausgang des Wechselventils 192. Weiterhin ist das Wegeventil 12 bestromt in seine Schaltstellung (b)
10 geschaltet, wodurch der dritte Arbeitsraum 30; 30' über die Rückschlagventilfunktion des Wegeventils 12 gegen den Druckmittelspeicher 6 abgesperrt ist. Wie bereits erläutert weisen der Druckmittelspeicher 6, der dritte Arbeitsraum 30; 30' und der Gasraum 195 des Kompressors 108 etwa das gleiche Druckniveau von ca. 160 bar auf.

15 Zur Aufladung des Druckmittelspeichers 6 mit Druckgas treibt der Elektromotor 5 die Hydromaschine 4 in einer beliebigen Umlaufrichtung an. Das Druckmittel wird dabei von der Hydromaschine 4 beispielsweise vom zweiten Druckmittelanschluss 40 über die Druckleitungen 184, 190, das Wechselventil 192, die Drossel 158, die Druckleitung 194 und die Schaltstellung (a) des Wegeventils 189 in den Druckmittelraum 196 des Kompressors
20 108 gefördert. Gleichzeitig strömt Druckmittel aus dem Druckmittelraum 179 des Niederdruckspeichers 178 über das Rückschlagventil 186 hin zur Saugseite, beziehungsweise zum ersten Druckmittelanschluss 38, der Hydromaschine 4. Das in den Druckmittelraum 196 einströmende Druckmittel bewirkt ein Ausfahren des Kolbens 197, wobei Gas aus dem Gasraum 195 über das Rückschlagventil 199 in den Druckmittelspeicher
25 6 strömt. Der Druck im Druckmittelspeicher 6 nimmt so zu.

Ist der Kolben 197 des Kompressors 108 ausgefahren, so wird die Hydromaschine 4 gestoppt und das Ventil 189 stromlos geschaltet, so dass es in seine federvorbelastete Stellung (b) geschaltet wird. In dieser Stellung ist der Druckmittelanschluss A des
30 Wegeventils 189, und damit der Druckmittelraum 196, hin zum Niederdruckspeicher 178, beziehungsweise dessen Druckmittelraum 179, der etwa 3 bar aufweist, entlastet. Dadurch kann der im Gasraum 195 herrschende Druck mit Unterstützung der Feder des Kompressors 108 den Kolben 197 einfahren. Dabei wird das Druckmittel aus dem Druckmittelraum 196, über die Druckleitung 191 und die Drossel 159 in den Druckmittelraum 179 des

Niederdruckspeichers 178 verdrängt. Die Drossel 159 begrenzt dabei die Einfahrgeschwindigkeit des Kolbens 197. Gleichzeitig strömt Gas aus dem dritten Arbeitsraum 30; 30' über das Rückschlagventil 198 in den Gasraum 195 des Kompressors 108. Der Druck im dritten Arbeitsraum 30; 30' nimmt dadurch ab.

5

Ist der Kolben 197 eingefahren, so wird das Wegeventil 189 über den Elektromagneten 49 wieder bestromt und der Hydromotor 4 gestartet, so dass sich der eben beschriebene Vorgang wiederholen kann. Dieser Vorgang wird solange fortgesetzt, bis der Gasdruck im Druckmittelspeicher 6 dem für eine bestimmungsgemäße Notfahrt benötigten Druck entspricht.

10

Während des normalen Arbeitsbetriebes der Stelleinrichtung 101 sind Leckagen vom Druckmittelspeicher 6 in den dritten Arbeitsraum 30; 30' hinein selbst bei gezeigter Ventilsitzbauweise des Wegeventils 12 kaum zu vermeiden. Diese Leckage führt dazu, dass Druckgas aus dem Druckmittelspeicher 6 in den dritten Arbeitsraum 30; 30' eindringt und sich dadurch zum Einen der Druck im Druckmittelspeicher 6 abbaut und zum Anderen im dritten Arbeitsraum 30; 30' aufbaut. Es ist offensichtlich, dass der im dritten Arbeitsraum 30; 30' steigende Gasdruck über die dritte Kolbenfläche 36; 36' auf den Kolben 14; 14' eine in Richtung des Anschlags 28 wirkende Stellkraft ausübt, die eine Rückstellung des Kolbens 14; 14' und damit die Funktion des Stellzylinders 2; 2' beeinträchtigt. Zudem ist ein Absinken des Gasdrucks im Druckmittelspeicher 6 aus sicherheitstechnischen Gründen unerwünscht. Es ist daher notwendig, diese Leckagen während des Normalbetriebes auszugleichen und die Solldrücke im dritten Arbeitsraum 30; 30' und dem Druckmittelspeicher 6 aufrecht zu erhalten, beziehungsweise wiederherzustellen, was im Folgenden erläutert wird.

20

Während des Arbeitsbetriebs sind wie bereits erläutert die Ventile 12, 175, 177 und 174 bestromt und weisen ihre elektromagnetisch betätigten Schaltstellungen auf. Das Ventil 189 ist stromlos. In diesem Betriebsmodus wird die Stellung des Kolbens 14; 14' über die Druckmittelförderung der Hydromaschine 4 geregelt. Dabei ist je nach Lastrichtung entweder der erste Arbeitsraum 22; 22' oder der zweite Arbeitsraum 24; 24' mit einem Druck beaufschlagt, der im Wesentlichen der am Rotorblatt (nicht dargestellt) wirkenden äußeren Last entspricht. Dieser Druck wirkt über das Wechselventil 192 am Anschluss P des Wegeventils 189.

25

30

Wird nun das Wegeventil 189 bestromt und nimmt seine Durchflussstellung (a) ein, so gelangt Druckmittel über die Druckleitung 194 in den Druckmittelraum 196, so dass der Kolben 197 ausfährt und der vorbeschriebene Ladevorgang des Druckmittelspeichers 6 beginnt. Das dem Druckmittelraum 196 zugeführte Druckmittel wird dabei einem der

5 Arbeitsräume 22, 24, beziehungsweise 22', 24' des Stellzylinders 2; 2' entnommen, so dass dieser seine Regelposition verlassen würde. Da ein derartiger Einfluss des Ladevorgangs des Druckmittelspeichers 6 auf die Regelposition des Kolbens 14; 14' unerwünscht ist, wird die Hydromaschine 4 derart geregelt, dass deren Drehzahl erhöht wird und so die

10 Drehzahlerhöhung zusätzlich benötigte Druckmittel strömt der Saugseite der Hydromaschine 4 aus dem Druckmittelraum 179 des Niederdruckspeichers 178 zu. Um die Drehzahlerhöhung zu begrenzen, ist der dem Druckmittelraum 196 des Kompressors 108 zuströmende Druckmittelvolumenstrom über die Drossel 158 begrenzt.

*

15 Ist der Kolben 197 ausgefahren, so wird kein weiteres Druckmittel im Druckmittelraum 196 benötigt und die Drehzahl der Hydromaschine 4 wird heruntergeregelt auf deren Ausgangswert. Anschließend wird das Wegeventil 189 stromlos geschaltet, so dass es seine federvorgespannte Schaltstellung (b) aufweist, der Kolben 197 fährt wie vorbeschrieben ein, so dass Druckmittel aus dem Druckmittelraum 196 in den Druckmittelraum 179 des

20 Niederdruckspeichers 178 verdrängt wird. Dabei wird Druckgas aus dem dritten Arbeitsraum 30; 30' über das Rückschlagventil 198 in den Gasraum 195 des Kompressors 108 angesaugt. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die Ausgangslage wiederhergestellt, beziehungsweise der Druck im dritten Arbeitsraum 30; 30' entsprechend abgesenkt und der Druck im Druckmittelspeicher 6 entsprechend erhöht ist.

25 Das zweite Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 zeigt weiterhin eine Lasthaltefunktion. Soll beispielsweise der unter einer äußeren Last stehende Kolben 14; 14' über einen gegebenen Zeitraum seine Position nicht verändern, so ist es energetisch ungünstig, diese Stellung über die Hydromaschine 4 zu regeln. Stattdessen ist es günstiger, den Kolben 14;

30 14' zu blockieren und die Hydromaschine 4 abzuschalten. Zu diesem Zweck ist das Wegeventil 177 bestromt und die Wegeventile 174, 175 sind unbestromt. Zudem ist der Elektromotor 5 unbestromt. Auf diese Weise ist der erste Arbeitsraum 22; 22' vom zweiten Arbeitsraum 24; 24' im Wesentlichen leakagefrei separiert und der Kolben 14; 14' kann nicht mehr bewegt werden.

Figur 3 zeigt ein vorrichtungstechnisch besonders kompakt ausgebildetes Ausführungsbeispiel einer Stelleinrichtung 201 mit einem vom Stellzylinder 2' gemäß den Figuren 1 und 2 abweichenden Stellzylinder 2" mit einem Zylindergehäuse 20" mit integrierter Kompressorfunktion. Für Teile, die baugleich zu vorbeschriebenen Teilen der bisherigen Ausführungsbeispiele ausgestaltet sind, sind im Folgenden die gleichen, bereits eingeführten Bezugszeichen vergeben. Die Stelleinrichtung 201 weist die Hydromaschine 4 auf, deren erster beziehungsweise zweiter Druckmittelanschluss 38, 40 über die Druckleitung 44 beziehungsweise 46 mit dem ersten beziehungsweise zweiten Arbeitsraum 22', 24' verbindbar ist. Analog zum zweiten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 weist die Stelleinrichtung 201 das Bypass-Ventil 177 und die Bypass-Leitung 148 in gleicher Ausführung und Funktionalität auf. Des Weiteren sind der Druckmittelspeicher 6, die Druckleitung 54, das Wegeventil 12, die Drossel 58 und die Druckleitung 50 in gleicher Ausführung und Funktionalität wie bei den beiden vorangegangenen Ausführungsbeispielen ausgeführt. Auch der für die Kompressorfunktion benötigte Niederdruckspeicher 178 und die Druckmittelleitung 191 entsprechen im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2.

Abweichend vom alternativ zum Gleichgangszylinder 2 in den Figuren 1 und 2 vorgestellten, konzentrisch ausgestalteten Stellzylinder 2' weist der Stellzylinder 2" gemäß Figur 3 einen zusätzlichen, auf dem Zapfen 64 axial verschieblich gelagerten Hilfskolben 213 auf. An dessen in Figur 3 rechter Stirnseite ist eine dritte Kolbenfläche 36" ausgebildet, über die ein dritter Arbeitsraum 30" des Stellzylinders 2" begrenzt ist. Der dritte Arbeitsraum 30" ist radial über die Innenmantelfläche 72 und in Figur 3 rechts über eine innere Stirnfläche des Zylinderbodens 162 begrenzt. Am Hilfskolben 213 ist in Figur 3 links eine vierte Kolbenfläche 37" ausgebildet, wobei über diese, die Innenmantelfläche 72, die Außenmantelfläche und Ringstirnfläche des Zapfens 64 und die Innenmantelfläche 68 und die in Figur 3 rechte Stirnfläche des Kolbens 14' ein vierter Arbeitsraum 31" begrenzt ist. Im dritten Arbeitsraum 30" ist analog zu den vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen Druckgas und im vierten Arbeitsraum 31" ist wie in den ersten beiden Arbeitsräumen 22', 24' inkompressibles Arbeitsdruckmittel angeordnet.

Zur Druckmittelversorgung des vierten Arbeitsraumes 31" weist der Zapfen 64 einen mit einer Druckleitung 245 verbundenen, etwa koaxialen Druckmittelkanal auf, an den eine

Radialbohrung anschließt, die nahe der rechten Ringstirnfläche der radialen Erweiterung 66 des Zapfens 64 in einen ringraumförmigen Abschnitt des vierten Arbeitsraumes 31" einmündet. Über die Druckleitung 245 ist der vierte Arbeitsraum 31" in Abhängigkeit der Schaltstellungen des Wegeventils 275 entweder mit der Druckmittelleitung 191, die zum
5 Niederdruckspeicher 178 führt, oder mit dem zweiten Druckmittelanschluss 40 der Hydromaschine 4 verbindbar.

Im normalen Arbeitsbetrieb der Stelleinrichtung 201 sind die Ventile 274, 275 unbestromt. In diesem Zustand weisen sie ihre Schaltstellungen (a) auf, so dass einerseits
10 der Druckmittelraum 179 des Niederdruckspeichers 178 über die Druckmittelleitungen 191 und 245 mit dem vierten Arbeitsraum 31" verbunden ist und andererseits der erste Arbeitsraum 22' über die Druckleitung 44 und das Wegeventil 274 mit dem ersten Druckmittelanschluss 38 der Hydromaschine 4 und zudem der zweite Druckmittelanschluss 40 der Hydromaschine 4 über das Ventil 275 und die Druckleitung 46 mit dem zweiten
15 Arbeitsraum 24' verbunden ist. Das Ventil 12 und das Bypass-Ventil 177 ist bestromt, so dass es die Sperrstellungen (b) beziehungsweise (a) aufweist. Auf diese Weise ist der Druckmittelspeicher 6 vom dritten Arbeitsraum 30" getrennt und die Bypass-Leitung 148 ist abgesperrt. In diesem Zustand fördert die Hydromaschine 4 in Abhängigkeit ihrer Laufrichtung, beziehungsweise der für den Stellzylinder 2" geforderten Fahrtrichtung
20 Druckmittel zwischen dem ersten und dem zweiten Arbeitsraum 22', 24', so dass der Kolben 14' entsprechend bewegt wird. Dabei wird in Abhängigkeit der Fahrtrichtung vom vierten Arbeitsraum 31" Druckmittel in den Druckmittelraum 179 des Niederdruckspeichers 178 verdrängt oder umgekehrt aus dem Druckmittelraum 179 in den vierten Arbeitsraum 31" eingebracht. Im normalen Arbeitsbetrieb hat der Hilfskolben 213, bis auf eine geringe
25 Kompressibilität des Druckgases im dritten Arbeitsraum 30", keinen Einfluss auf die Bewegung des Kolbens 14'.

In einer ersten Variante eines Sonder- oder Notfahrtbetriebes sind alle Ventile 12, 275, 177 und 274 unbestromt. Der Druckmittelspeicher 6 entlädt sich folglich über das Wegeventil
30 12 und dessen Durchflussstellung (a) in den dritten Arbeitsraum 30" und drückt den Hilfskolben 213 in Figur 3 von rechts nach links. Dabei wird aus dem vierten Arbeitsraum 31" über die Schaltstellungen (a) der Wegeventile 275, 274 Arbeitsdruckmittel in den Druckmittelraum 179 des Niederdruckspeichers 178 verdrängt bis der Hilfskolben 213 auf den Kolben 14' aufgelaufen ist. Im Folgenden schiebt der Hilfskolben 213 unter anhaltendem

Druck des Druckmittelspeichers 6 den Kolben 14' in Figur 3 nach links bis hin zum Anschlag 28. Während dieser Verschiebung wird Arbeitsdruckmittel aus dem ersten Arbeitsraum 22' über das geöffnete Bypassventil 177 in den zweiten Arbeitsraum 24' verdrängt.

5 In einer zweiten Variante eines Sonder- oder Notfahrbetriebes sind nur die Ventile 12, 275 und 177 unbestromt und weisen ihre damit verbundenen Durchflussstellungen auf. Das Ventil 274 ist hingegen bestromt. Daraus folgt, dass ein Druckmittelpfad vom vierten Arbeitsraum 31" hin zum Niederdruckspeicher 178 abgesperrt ist und eine Verdrängung von Druckmittel durch den Hilfskolben 213 aus dem vierten Arbeitsraum 31" heraus nicht möglich
10 ist. Dessen Volumen ist somit festgelegt. Der Druckmittelspeicher 6 entlädt sich analog zur ersten Variante über die Durchflussstellung (a) des Ventils 12 in den dritten Arbeitsraum 30", und der Hilfskolben 213 bewegt sich in Figur 3 von rechts nach links. Da der vierte Arbeitsraum 31" inkompressibles Arbeitsdruckmittel enthält, ist der Hilfskolben 213 über dieses hydraulisch mit dem Kolben 14' gekoppelt. Anders als bei der ersten Variante muss
15 der Hilfskolben 213 nicht mehr bis auf den Kolben 14' auflaufen, um diesen zu verschieben, sondern der Kolben 14' bewegt sich im Wesentlichen synchron mit dem Hilfskolben 213. Im Folgenden schiebt der Hilfskolben 213 unter anhaltendem Druck des Druckmittelspeichers 6 den Kolben 14' in Figur 3 nach links bis hin zum Anschlag 28. Während dieser Verschiebung wird Arbeitsdruckmittel aus dem ersten Arbeitsraum 22' über das geöffnete Bypassventil 177
20 in den zweiten Arbeitsraum 24' verdrängt. Ein Volumenstrom von Druckmittel aus dem Niederdruckspeicher über das Ventil 274 (Schaltstellung (b)), die Hydromaschine 4 und die Druckleitung 46 hin zum zweiten Arbeitsraum 24' ist dabei vernachlässigbar klein.

Gegenüber der ersten Variante des Notfahrbetriebs weist die zweite Variante den
25 Vorteil auf, dass eine Notbewegung des Kolbens 14' in Richtung des Anschlags 28 sofort erfolgt, ohne dass der Hilfskolben 213 zunächst auf den Kolben 14' auflaufen muss. Damit verbunden ist, dass sich der Druckmittelspeicher 6 um diejenige Druckgasmenge weniger entleeren muss, die notwendig ist, den Hilfskolben 213 bis zu dessen Kontakt mit dem Kolben 14' zu bewegen. Dieser Vorteil ist umso größer, je größer im normalen Arbeitsbetrieb
30 der Abstand zwischen den beiden Kolben 14' und 213 ist.

Unabhängig von der gewählten Variante des Sonder- oder Notfahrbetriebs wird der Druckmittelspeicher 6 über die im Stellzylinder 2" integrierte Kompressorfunktion des Hilfskolbens 213 wie folgt wieder auf seinen bestimmungsgemäßen Notfahrtdruck von etwa

- 160 bar aufgeladen: Die Ventile 275, 177 und 274 sind bestromt. Die Hydromaschine 4 fördert Arbeitsdruckmittel aus dem Niederdruckspeicher 178 über die Schaltstellungen (b) der Ventile 274 und 275 und die Druckleitung 245 in den vierten Arbeitsraum 31" des Stellzylinders 2". Dadurch verschiebt sich der Hilfskolben 213 und verdrängt Druckgas aus dem dritten Arbeitsraum 30" über das bestromte, die Rückschlagschaltstellung (b) aufweisende, Ventil 12 in den Druckmittelspeicher 6. Während diesem Aufladen kann der Kolben 14' unter Bestromung des Elektromagneten 49 des Bypassventils 177 und dessen Sperrstellung (a) festgelegt werden.
- 10 In den Schaltplänen der Ausführungsbeispiele teilweise nicht dargestellt sind aus dem Stand der Technik bekannte Zusatzkomponenten zur Druckabsicherung, beispielsweise ein Druckbegrenzungsventil, und Nachsaugventile.
- 15 Offenbart ist eine hydraulische Stelleinrichtung, insbesondere zur Verwendung in einer Energieanlage, insbesondere einer Windenergieanlage, die eine Stellfunktion für einen Arbeits- und für einen Sonderbetrieb aufweist. Ein dafür vorgesehener doppelwirkender Stellzylinder ist hierfür mit einem Arbeitsdruckmittel beaufschlagbar und zur Erfüllung der Stellfunktion im Sonderbetrieb mit einem Druckmittelspeicher verbindbar, der ein vom Arbeitsdruckmittel getrenntes Druckgas aufweist. Dabei weist der Stellzylinder einen
- 20 insbesondere für die Stellfunktion des Sonderbetriebes vorgesehenen Arbeitsraum auf, dessen Kolbenfläche mit einer insbesondere für den Arbeitsbetrieb vorgesehenen Kolbenanordnung des Stellzylinders gekoppelt ist oder mit dieser Kolbenanordnung koppelbar ist.

Bezugszeichenliste

	1; 101 : 201	Stelleinrichtung
	2, 2'; 2"	Stellzylinder
5	4	Hydromaschine
	6	Druckmittelspeicher
	8; 108	Kompressor
	10	Bypassventil
	12	2/2-Wegeventil
10	14; 14'	Kolben
	16; 16'	Erste Kolbenfläche
	18; 18'	Zweite Kolbenfläche
	20; 20'; 20"	Zylindergehäuse
	22; 22'	Erster Arbeitsraum
15	24; 24'	Zweiter Arbeitsraum
	26	Kolbenstange
	28	Anschlag
	30; 30'; 30"	Dritter Arbeitsraum
	31"	Vierter Arbeitsraum
20	32	Zylinderboden
	34	Kolbenstange
	36; 36'; 36"	Dritte Kolbenfläche
	37"	Vierte Kolbenfläche
	38	Erster Druckmittelanschluss
25	40	Zweiter Druckmittelanschluss
	42	Druckleitung
	44	Druckleitung
	46	Druckleitung
	48; 148	Bypassleitung
30	49	Elektromagnet
	50	Druckleitung
	52	Druckleitung
	54	Druckleitung
	56	Druckleitung

	58	Drossel
	60	Gehäusedeckel
	62; 162	Zylinderboden
	64	Zapfen
5	66	Radiale Erweiterung
	68	Ausnehmung
	70	Radialbund
	72	Innenmantelfläche
	150	Druckleitung
10	158	Drossel
	159	Drossel
	174, 175;	Wegeventil
	177	Wegeventil
	178	Druckmittelspeicher
15	179	Druckmittelraum
	180, 182, 184	Druckleitung
	186, 187	Rückschlagventil
	188	Druckleitung
	189	Wegeventil
20	190	Druckleitung
	191, 194	Druckleitung
	195	Gasraum
	196	Druckmittelraum
	197	Kolben
25	198, 199	Rückschlagventil
	213	Hilfskolben
	245	Druckleitung
	274, 275	Wegeventil

Patentansprüche

1. Hydraulische Stelleinrichtung zur Verwendung in einer energie- oder verfahrenstechnischen Anlage mit einem Stellzylinder (2; 2'; 2''), der eine Kolbenanordnung mit zwei entgegengesetzt wirksamen Kolbenflächen (16, 18; 16', 18') hat, wobei über eine erste (16; 16') der beiden Kolbenflächen (16, 18; 16', 18') ein erster Arbeitsraum (22; 22') und über eine zweite (18; 18') der beiden Kolbenflächen (16, 18; 16', 18') ein zweiter Arbeitsraum (24; 24') begrenzt ist, und diese beiden Arbeitsräume (22, 24; 22', 24') mit einem Arbeitsdruckmittel beaufschlagbar sind, und mit einem mit dem Stellzylinder (2; 2' ; 2'') verbindbaren Druckmittelspeicher (6), der ein vom Arbeitsdruckmittel getrenntes Druckgas aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Stellzylinder (2; 2' ; 2'') einen über eine dritte Kolbenfläche (36; 36'; 36'') begrenzten und mit dem Druckgas beaufschlagbaren dritten Arbeitsraum (30; 30'; 30'') hat, und dass die dritte Kolbenfläche (36; 36'; 36'') mit der Kolbenanordnung gekoppelt ist oder mit der Kolbenanordnung koppelbar ist.
2. Stelleinrichtung nach Patentanspruch 1, die derart ausgestaltet ist, dass der dritte Arbeitsraum (30; 30'; 30'') in Abhängigkeit eines Steuersignals oder eines Messsignals mit dem Druckgas beaufschlagbar ist.
3. Stelleinrichtung nach Patentanspruch 1 oder 2 mit einer Hydromaschine (4) mit einem ersten (38) und mit einem zweiten Druckmittelanschluss (40), wobei der erste Arbeitsraum (22; 22') mit dem ersten Druckmittelanschluss (38) und der zweite Arbeitsraum (24; 24') mit dem zweiten Druckmittelanschluss (40) verbindbar ist.
4. Stelleinrichtung nach Patentanspruch 3 mit einem Elektromotor (5), der mit der Hydromaschine (4) gekoppelt ist.
5. Stelleinrichtung nach Patentanspruch 3 oder 4, mit einem Bypass-Wegeventil (10; 177), das zumindest eine betätigbare Stellung (a) und eine Durchflussgrundstellung (b) aufweist, wobei über letztere der erste Arbeitsraum (22; 22') mit dem zweiten Arbeitsraum (24; 24'), unter Umgehung der Hydromaschine (4), verbindbar ist.

6. Stelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche mit einem Absperrventil (12), das zumindest eine betätigbare Sperrstellung (b) und eine Durchflussgrundstellung (a) aufweist, wobei über letztere der Druckmittelspeicher (6) mit dem dritten Arbeitsraum (30; 30'; 30'') verbindbar ist.
- 5
7. Stelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die erste (16; 16') und die zweite Kolbenfläche (18; 18') etwa gleich groß sind.
8. Stelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der erste Arbeitsraum (22) und der zweite Arbeitsraum (24) in einer Längsrichtung des Stellzylinders (2) hintereinander angeordnet sind.
- 10
9. Stelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die erste (16) und die zweite Kolbenfläche (18) voneinander abgewandt angeordnet sind.
- 15
10. Stelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die dritte Kolbenfläche (36) an einer Kolbenstange (34) der Kolbenanordnung ausgebildet ist.
11. Stelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die drei Arbeitsräume (22, 24, 30) radial zumindest abschnittsweise über ein Gehäuse (20) des Stellzylinders (2) begrenzt sind.
- 20
12. Stelleinrichtung nach zumindest einem der Patentansprüche 1 bis 7, wobei der erste Arbeitsraum (22') konzentrisch zum zweiten Arbeitsraum (24') angeordnet ist.
- 25
13. Stelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche mit einer im Stellzylinder (2'') angeordneten Kompressoreinrichtung oder mit einer außerhalb des Stellzylinders (2; 2') angeordneten Kompressoreinrichtung (8; 108).
- 30
14. Stelleinrichtung nach Patentanspruch 13, wobei die im Stellzylinder (2'') angeordnete Kompressoreinrichtung einen Hilfskolben (231) aufweist, an dem die koppelbare dritte Kolbenfläche (36'') angeordnet ist.

- 5 15. Stelleinrichtung nach Patentanspruch 14, wobei am Hilfskolben (231) eine zur dritten Kolbenfläche (36") entgegengesetzt wirksame vierte Kolbenfläche (37") angeordnet ist, über die zumindest abschnittsweise ein vierter Arbeitsraum (31") des Stellzylinders (2") begrenzt ist, der mit einem der Druckmittelanschlüsse (38, 40) der Hydromaschine (4) und / oder mit einem das Arbeitsdruckmittel aufweisenden Hydrospeicher (178) verbindbar ist.

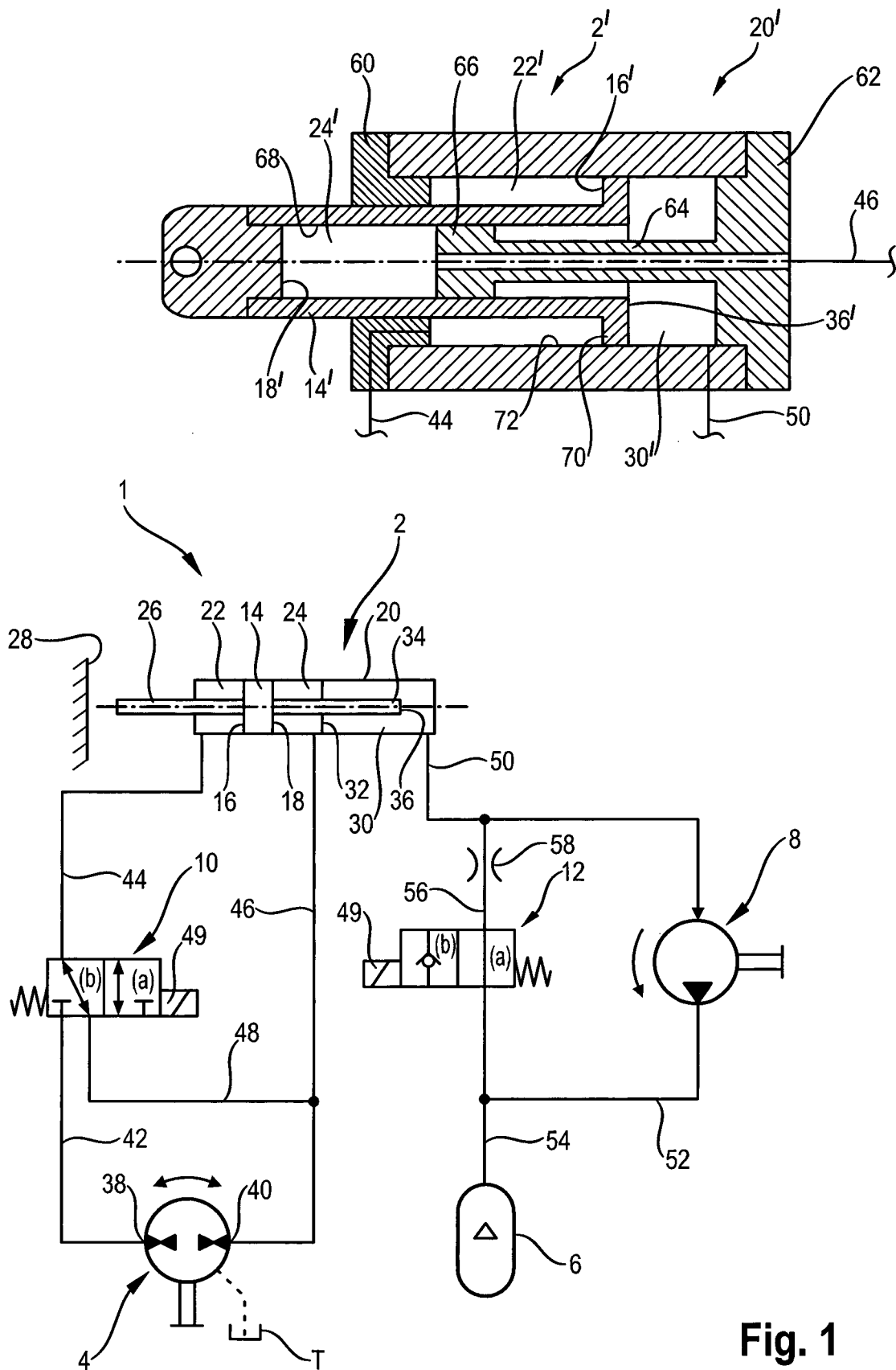


Fig. 1

2 / 3

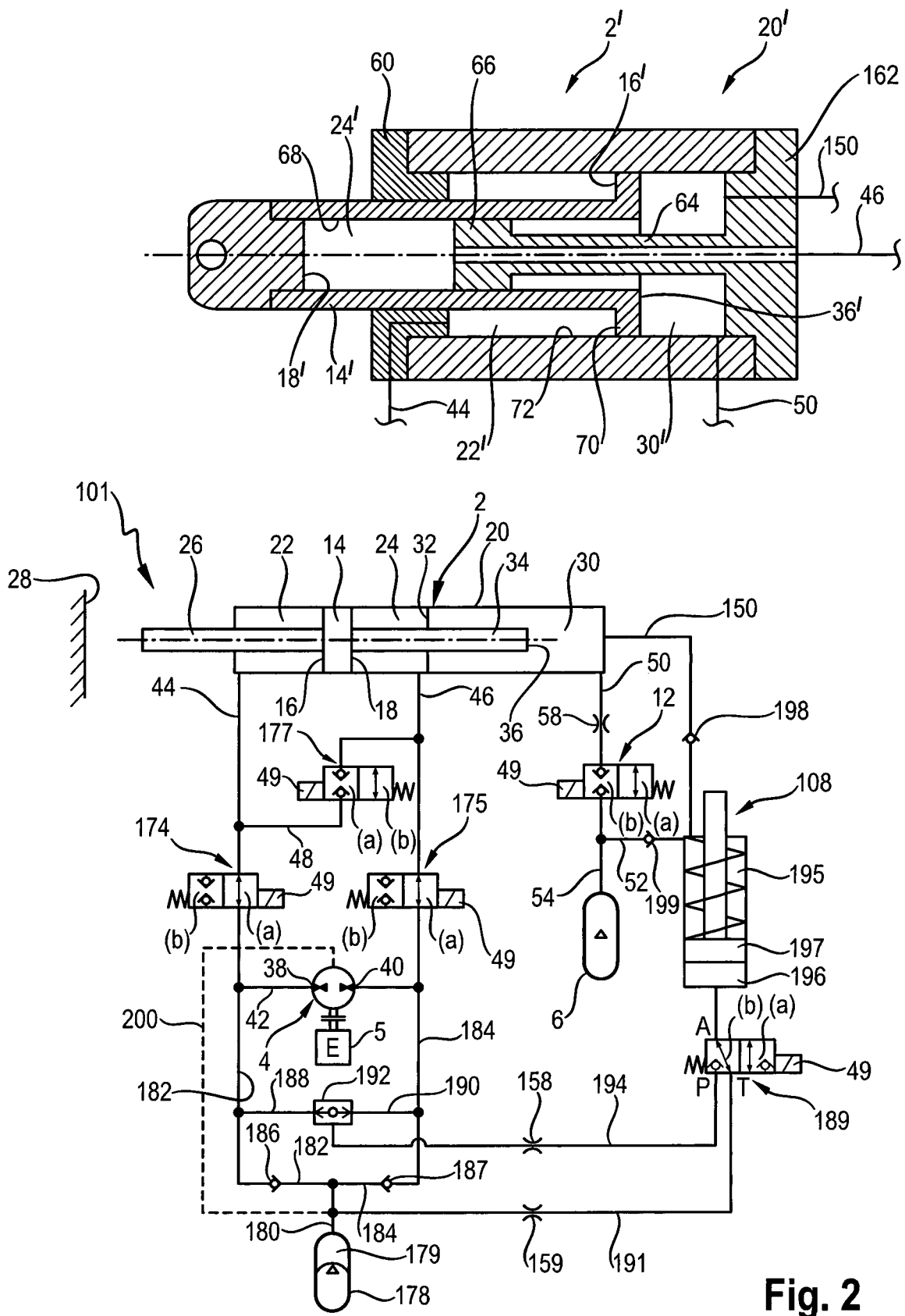


Fig. 2

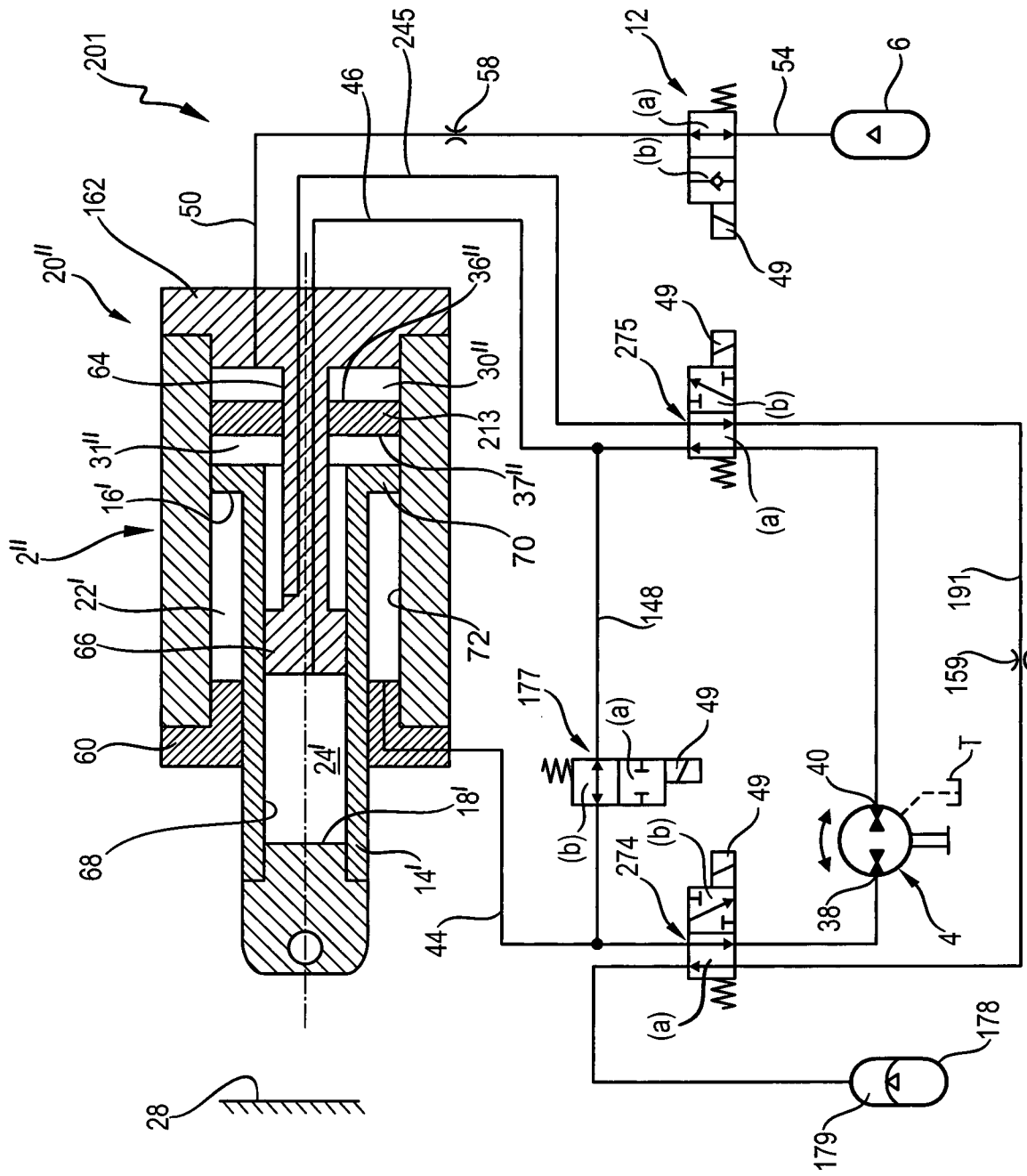


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/001605

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F15B11/072 F15B20/00 F03D7/02
ADD. F15B15/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national Classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (Classification System followed by Classification Symbols)
F15B F03D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal , WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	DE 10 2007 050350 AI (SAUER THOMAS [DE]) 2 April 2009 (2009-04-02) Paragraph [0027] - paragraph [0055] ; figures 3-4 -----	1-4,7-12
X	FR 1 216 426 A (RENAULT) 25 April 1960 (1960-04-25) column 3, line 1 - column 5, line 12 ; figure 3 -----	1-4,8-13
A	DE 101 22 858 AI (BOSCH REXROTH AG [DE]) 14 November 2002 (2002-11-14) cited in the application Paragraph [0021] - paragraph [0027] ; figures 1-2 -----	1-15
	-/- .	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general State of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 9 August 2013	Date of mailing of the international search report 20/08/2013
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Bi ndrei ff, Romai n
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/001605

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
A	wo 2012/076178 AI (MOOG GMBH [DE] ; HELBIG ACHIM [DE] ; BOES CHRISTOPH [DE] ; HAENDLE WERNER) 14 June 2012 (2012-06-14) page 25 - page 27; figures 5-6 -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/001605

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007050350 AI	02-04-2009	NONE	

FR 1216426 A	25-04-1960	NONE	

DE 10122858 AI	14-11-2002	NONE	

WO 2012076178 AI	14-06-2012	DE 102010053811 AI	14-06-2012
		WO 2012076178 AI	14-06-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F15B11/072 F15B20/00 F03D7/02
 ADD. F15B15/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F15B F03D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal , WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2007 050350 AI (SAUER THOMAS [DE]) 2. April 2009 (2009-04-02) Absatz [0027] - Absatz [0055] ; Abbildungen 3-4 -----	1-4,7-12
X	FR 1 216 426 A (RENAULT) 25. April 1960 (1960-04-25) Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 5, Zeile 12; Abbildung 3 -----	1-4,8-13
A	DE 101 22 858 AI (BOSCH REXROTH AG [DE]) 14. November 2002 (2002-11-14) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0021] - Absatz [0027] ; Abbildungen 1-2 ----- -/-	1-15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
9. August 2013	20/08/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Bindreiff, Romain
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	wo 2012/076178 AI (MOOG GMBH [DE] ; HELBIG ACHIM [DE] ; BOES CHRISTOPH [DE] ; HAENDLE WERNER) 14. Juni 2012 (2012-06-14) Seite 25 - Seite 27; Abbildungen 5-6 -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/001605

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007050350 AI	02-04-2009	KEINE	
FR 1216426 A	25-04-1960	KEINE	
DE 10122858 AI	14-11-2002	KEINE	
WO 2012076178 AI	14-06-2012	DE 102010053811 AI	14-06-2012
		WO 2012076178 AI	14-06-2012