

(19)



(11)

EP 1 914 395 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.04.2008 Patentblatt 2008/17

(51) Int Cl.:
F01L 1/34^(2006.01) **F01L 1/344^(2006.01)**
F01L 13/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08150439.1**

(22) Anmeldetag: **03.09.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **07.10.2004 DE 102004049123**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
05782451.8 / 1 797 285

(71) Anmelder: **Schaeffler KG**
91074 Herzogenaurach (DE)

(72) Erfinder:

- **Schmitt, Marco**
36043 Fulda (DE)
- **Auchter, Jochen**
91466 Gerhardshofen (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 21-01-2008 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (101) zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine mit einer hydraulischen Stellvorrichtung (102) und einem Steuerventil (103). Die erfindungsgemäße Vorrichtung (101) ist mit einer Mittellageverriegelung einer hydraulischen Stellvorrichtung (102) versehen. Weiterhin gewährleistet die erfindungsgemäße Vorrichtung (101), dass bei Ausfall einer Stelleinheit (112) die das Steuerventil (103) regelt, die hydraulische Stellvorrichtung (102) in der Mittellage ver-

riegelt wird und die Verriegelung bis zur Reparatur der Stelleinheit (112) gehalten wird. Weiterhin ermöglicht die erfindungsgemäße Vorrichtung (101) ein Starten der Brennkraftmaschine in einer verriegelten Lage in einer Mittenposition ohne dass beim Start der Brennkraftmaschine ein bewegbares Element (105) der hydraulischen Stellvorrichtung (102) gegen eine Seitenwand eines Druckraums (104) schlägt. Es werden Verfahren vorgeschlagen um die Stellvorrichtung (102) für den Neustart der Brennkraftmaschine in eine verriegelte Mittenlage zu bringen und dort zu halten.

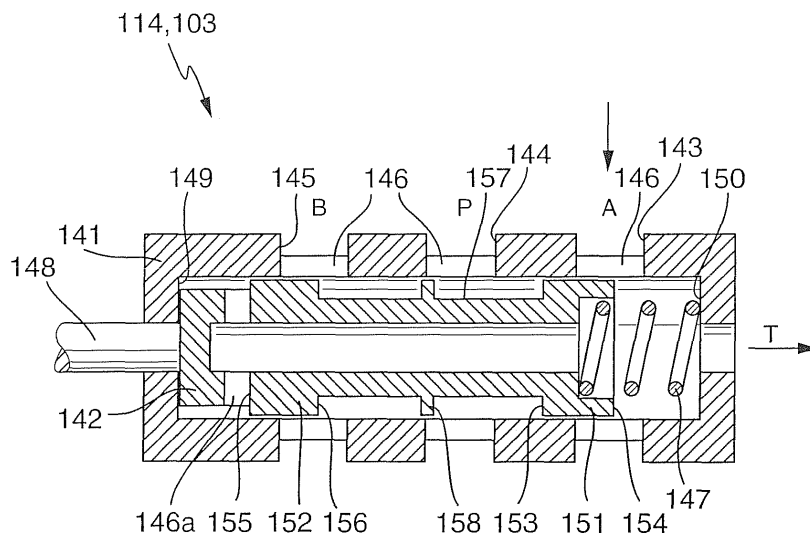


Fig. 5a

EP 1 914 395 A1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] In Brennkraftmaschinen werden zur Betätigung der Gaswechselventile Nockenwellen eingesetzt. Nockenwellen sind in der Brennkraftmaschine derart angebracht, dass auf ihnen angebrachte Nocken an Nockenfolgern, beispielsweise Tassenstößeln, Schleppehebeln oder Schwinghebeln, anliegen. Wird eine Nockenwelle in Drehung versetzt, so wälzen die Nocken auf den Nockenfolgern ab, die wiederum die Gaswechselventile betätigen. Durch die Lage und die Form der Nocken sind somit sowohl die Öffnungsdauer als auch die Öffnungsamplitude aber auch die Öffnungs- und Schließzeitpunkte der Gaswechselventile festgelegt.

[0003] Moderne Motorkonzepte gehen dahin, den Ventiltrieb variabel auszulegen. Einerseits sollen Ventilhub und Ventilöffnungsdauer variabel gestaltbar sein, bis hin zur kompletten Abschaltung einzelner Zylinder. Dafür sind Konzepte wie schaltbare Nockenfolger oder elektrohdraulische oder elektrische Ventilbetätigungen vorgesehen. Weiterhin hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, während des Betriebs der Brennkraftmaschine Einfluss auf die Öffnungs- und Schließzeiten der Gaswechselventile nehmen zu können. Dabei ist es insbesondere wünschenswert auf die Öffnungs- bzw. Schließzeitpunkte der Einlass- bzw. Auslassventile getrennt Einfluss nehmen zu können, um beispielsweise gezielt eine definierte Ventilüberschneidung einzustellen. Durch die Einstellung der Öffnungs- bzw. Schließzeitpunkte der Gaswechselventile in Abhängigkeit vom aktuellen Kennfeldbereich des Motors, beispielsweise von der aktuellen Drehzahl bzw. der aktuellen Last, können der spezifische Treibstoffverbrauch gesenkt, das Abgasverhalten positiv beeinflusst, der Motorwirkungsgrad, das Maximaldrehmoment und die Maximalleistung erhöht werden.

[0004] Die beschriebene Variabilität der Ventilsteuerzeiten wird durch eine relative Änderung der Phasenlage der Nockenwelle zur Kurbelwelle erreicht. Dabei steht die Nockenwelle meist über einen Ketten-, Riemen-, Zahnradtrieb oder gleichwirkende Antriebskonzepte in Antriebsverbindung mit der Kurbelwelle. Zwischen dem von der Kurbelwelle angetriebenen Ketten-, Riemen- oder Zahnradtrieb und der Nockenwelle ist eine Vorrichtung zur Änderung der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine, im folgenden auch Nockenwellenversteller genannt, angebracht, die das Drehmoment von der Kurbelwelle auf die Nockenwelle überträgt. Dabei ist diese Vorrichtung derart ausgebildet, dass während des Betriebs der Brennkraftmaschine die Phasenlage zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle sicher gehalten und, wenn gewünscht, die Nockenwelle in einem gewissen Winkelbereich gegenüber der Kurbelwelle verdreht werden kann.

[0005] In Brennkraftmaschinen mit je einer Nockenwelle für die Einlass- und die Auslassventile können diese mit je einem Nockenwellenversteller ausgerüstet werden. Dadurch können die Öffnungs- und Schließzeitpunkte der Einlass- und Auslassventile zeitlich relativ zueinander verschoben und die Ventilüberschneidungen gezielt eingestellt werden.

[0006] Der Sitz moderner Nockenwellenversteller befindet sich meist am antriebsseitigen Ende der Nockenwelle. Der Nockenwellenversteller kann aber auch auf einer Zwischenwelle, einem nicht rotierenden Bauteil oder der Kurbelwelle angeordnet sein. Er besteht aus einem von der Kurbelwelle angetriebenen, eine feste Phasenbeziehung zu dieser haltenden Antriebsrad, einem in Antriebsverbindung mit der Nockenwelle stehenden Abtriebsteil und einem das Drehmoment vom Antriebsrad auf das Abtriebsteil übertragenden Verstellmechanismus. Das Antriebsrad kann im Fall eines nicht an der Kurbelwelle angeordneten Nockenwellenverstellers als Ketten-, Riemen- oder Zahnrad ausgeführt sein und wird mittels eines Ketten-, eines Riemen- oder eines Zahnradtriebs von der Kurbelwelle angetrieben. Der Verstellmechanismus kann elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch betrieben werden.

[0007] Zwei bevorzugte Ausführungsformen hydraulisch verstellbarer Nockenwellenverstellern stellen die sogenannten Axialkolbenversteller und Rotationskolbenversteller dar.

[0008] Bei den Axialkolbenverstellern steht das Antriebsrad mit einem Kolben und dieser mit dem Abtriebsteil jeweils über Schrägverzahnungen in Verbindung. Der Kolben trennt einen durch das Abtriebsteil und das Antriebsrad gebildeten Hohlraum in zwei axial zueinander angeordnete Druckkammern. Wird nun die eine Druckkammer mit Druckmittel beaufschlagt, während die andere Druckkammer mit einem Tank verbunden wird, so verschiebt sich der Kolben in axialer Richtung. Die axiale Verschiebung des Kolbens wird durch die Schrägverzahnungen in eine relative Verdrehung des Antriebsrades zum Abtriebsteil und damit der Nockenwelle zur Kurbelwelle übersetzt.

[0009] Eine zweite Ausführungsform hydraulischer Nockenwellenversteller sind die sogenannten Rotationskolbenversteller. In diesen ist das Antriebsrad drehfest mit einem Stator verbunden. Der Stator und ein Rotor sind konzentrisch zueinander angeordnet, wobei der Rotor kraft-, form- oder stoffschlüssig, beispielsweise mittels eines Presssitzes, einer Schraub- oder Schweißverbindung mit einer Nockenwelle, einer Verlängerung der Nockenwelle oder einer Zwischenwelle verbunden ist. Im Stator sind mehrere, in Umfangsrichtung beabstandete Hohlräume ausgebildet, die sich ausgehend vom Rotor radial nach außen erstrecken. Die Hohlräume sind in axialer Richtung durch Seitendeckel druckdicht begrenzt. In jeden dieser Hohlräume erstreckt sich ein mit dem Rotor verbundener Flügel, der jeden Hohlraum in zwei Druckkammern teilt. Durch gezieltes Verbinden der einzelnen Druckkammern mit einer Druckmittelpumpe

bzw. mit einem Tank kann die Phase der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle eingestellt bzw. gehalten werden.

[0010] Zur Steuerung des Nockenwellenverstellers erfassen Sensoren die Kenndaten des Motors, wie beispielsweise den Lastzustand und die Drehzahl. Diese Daten werden einer elektronischen Kontrolleinheit zugeführt, die nach Vergleich der Daten mit einem Kenndatenfeld der Brennkraftmaschine den Zu- und den Abfluss von Druckmittel zu den verschiedenen Druckkammern steuert.

[0011] Um die Phasenlage der Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle zu verstellen werden in hydraulischen Nockenwellenverstellern eine der zwei gegeneinander wirkenden Druckkammern eines Hohlraums mit einer Druckmittelpumpe und die andere mit dem Tank verbunden. Der Zulauf von Druckmittel zur einen Kammer in Verbindung mit dem Ablauf von Druckmittel von der anderen Kammer verschiebt den die Druckkammern trennenden Kolben in axiale Richtung, wodurch in Axialkolbenverstellern über die Schrägverzahnungen die Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle verdreht wird. In Rotationskolbenverstellern wird durch die Druckbeaufschlagung der einen Kammer und die Druckentlastung der anderen Kammer eine Verschiebung des Flügels und damit direkt eine Verdrehung der Nockenwelle zur Kurbelwelle bewirkt. Um die Phasenlage zu halten werden beide Druckkammern entweder mit der Druckmittelpumpe verbunden oder sowohl von der Druckmittelpumpe als auch vom Tank getrennt.

[0012] Die Steuerung der Druckmittelströme zu bzw. von den Druckkammern erfolgt mittels eines Steuerventils, meist ein 4/3-Proportionalventil. Ein Ventilgehäuse ist mit je einem Anschluss für die Druckkammern (Arbeitsanschluss), einem Anschluss zur Druckmittelpumpe und mindestens einem Anschluss zu einem Tank versehen. Innerhalb des im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführten Ventilgehäuses ist ein axial verschiebbarer Steuerkolben angeordnet. Der Steuerkolben kann mittels eines elektromagnetischen Stellgliedes entgegen der Federkraft eines Federelements axial in jede Position zwischen zwei definierte Endstellungen gebracht werden. Der Steuerkolben ist weiterhin mit Ringnuten und Steuerkanten versehen, wodurch die einzelnen Druckkammern wahlweise mit der Druckmittelpumpe oder dem Tank verbunden werden können. Ebenso kann eine Stellung des Steuerkolbens vorgesehen sein, in der die Druckmittelkammern sowohl von der Druckmittelpumpe als auch vom Druckmitteltank getrennt sind.

[0013] In der DE 100 64 222 A1 ist eine derartige Vorrichtung dargestellt. Dabei handelt es sich um eine Vorrichtung in Rotationskolbenbauart. Ein in Antriebsverbindung mit der Nockenwelle stehender Stator ist drehbar auf einem drehfest mit einer Nockenwelle verbundenen Rotor gelagert. Der Stator ist mit zum Rotor offenen Ausnehmungen ausgebildet. In axialer Richtung der Vorrichtung sind Seitendeckel vorgesehen, welche die Vorrichtung begrenzen. Die Ausnehmungen sind durch den Rotor, den Stator und die Seitendeckel druckdicht abge-

schlossen und bilden somit Druckräume. In die Außenmantelfläche des Rotors sind axiale Nuten eingebracht, in welchen Flügel angeordnet sind welche sich in die Ausnehmungen erstrecken. Die Flügel sind derart ausgebildet, dass sie die Druckräume in jeweils zwei gegeneinander wirkende Druckkammern teilen. Durch zu- bzw. ableiten von Druckmittel zu bzw. von den Druckkammern kann die Phasenlage der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle wahlweise gehalten oder verstellt werden.

[0014] In den Seitendeckeln sind zwei Verriegelungspins angeordnet, welche mittels eines Federmittels mit einer Kraft in Richtung Rotor beaufschlagt werden. In die Stirnseite des Rotors, welche den Verriegelungspins zugewandt ist, sind sich in Umfangsrichtung erstreckende Nuten angebracht. Die Nuten sind derart angeordnet und ausgebildet, dass in einer definierten mittleren Position beide Verriegelungspins in jeweils eine Nut eingreifen, wenn keine der Nuten mit Druckmittel beaufschlagt wird. Dabei liegt jeder Pin an einem umfangsseitigen Ende der jeweiligen Nut an. Der Rotor ist somit relativ zum Stator verriegelt wodurch eine Relativverdrehung verhindert wird. Über erste und zweite Druckmittelleitungen können die Druckmittelkammern mit Druckmittel befüllt werden. Wird eine erste Druckmittelkammer mit Druckmittel befüllt, so wird ebenfalls eine Stirnfläche eines Verriegelungspins mit Druckmittel beaufschlagt. Dadurch wird der entsprechende Pin in die Aufnahmebohrung des Seitendeckels gedrückt und eine Verstellung des Rotors relativ zum Stator in eine Richtung ermöglicht. Dabei ist die andere Nut, in die der andere Verriegelungspin noch eingreift, derart ausgebildet, dass eine Verstellung des Rotors von der Mittenlage aus bis zu einem Maximalwert ermöglicht wird. Entsprechend verläuft die Verstellung des Rotors gegenüber dem Stator in die andere Richtung. Die Vorrichtung ist mit einer Kompensationsfeder ausgestattet, die an ihrem einen Ende am Rotor und an ihrem anderen Ende am Stator befestigt ist und das Schleppmoment, welches die Nockenwelle auf den Rotor ausübt ausgleicht.

[0015] In DE 198 53 670 A1 ist ein Steuerventil dargestellt, welches zur Steuerung des Druckmittelflusses zu den Druckkammern abhängig vom aktuellen Lastzustand der Brennkraftmaschine dient. Das Steuerventil besteht aus einer Stelleinheit, einem im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführten Ventilgehäuse und einem im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführten Steuerkolben, welcher axial verschiebbar innerhalb des Ventilgehäuses aufgenommen ist. Am Ventilgehäuse sind zwei Arbeitsanschlüsse, ein Zu- und ein Ablaufanschluss ausgebildet. Die Stelleinheit kann beispielsweise ein Elektromagnet sein, welcher durch Anlegen eines Steuerstroms über eine Stößelstange den Steuerkolben entgegen der Kraft einer Feder verschiebt. Abhängig von der Stellung des Steuerkolbens innerhalb des Ventilgehäuses wird der Zulaufanschluss mit einem der beiden Arbeitsanschlüsse und der Tankanschluss mit dem jeweils anderen Arbeitsanschluss verbunden oder die Arbeitsanschlüsse vom Zu- bzw. Ablaufanschluss ge-

trennt. Dadurch wird einer Druckkammer Druckmittel zugeleitet, während Druckmittel aus der anderen Druckkammer abfließt, was zu einer Veränderung der Phasenlage der Nockenwelle zur Kurbelwelle bewirkt.

[0016] Ein gravierender Nachteil dieses Steuerventils in Verbindung mit einem Nockenwellenversteller mit Mittenlagenverriegelung ist die Tatsache, dass in unbestromten Zustand der Druckmittelanschluss mit einem der beiden Arbeitsanschlüsse verbunden ist. Im Falle einer Fehlfunktion des Stellgliedes wird also Druckmittel zu einer der beiden Druckkammern und gleichzeitig zu einem der beiden Pins geleitet. Dadurch wird der Nockenwellenversteller, abhängig von der Konfiguration des Steuerventils, nach Ausfall der Stelleinheit in eine der beiden Maximalpositionen verdreht und diese Phasenlage über den gesamten Betrieb der Brennkraftmaschine gehalten. Da die Mittenlage, in der der Nockenwellenversteller bei drucklosem Zustand der Vorrichtung verriegelt ist, derart gewählt ist, dass die Brennkraftmaschine in dieser Phasenlage der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle gute Start- und Laufeigenschaften aufweist, resultieren aus einer maximalen Phasenverschiebung relativ zur Mittenlage schlechtere Start- und Laufeigenschaften der Brennkraftmaschine.

Zusammenfassung der Erfindung

[0017] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde diese geschilderten Nachteile zu vermeiden und somit ein Verfahren vorzuschlagen, mit dem die Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle in eine Phasenlage gebracht werden kann in der sich die hydraulische Stellvorrichtung in einer Position befindet, in der diese entweder verriegelt ist oder in der diese während der ersten Umdrehung der Nockenwelle bei Neustart automatisch in die Verriegelungsposition gebracht wird, ohne dass ein Kolben oder Flügel an einem Endanschlag anschlägt. Weiterhin soll ein Verfahren vorgeschlagen werden, wodurch die Stellvorrichtung bei nicht verriegelter Abstellposition in die Verriegelungsposition gebracht wird.

[0018] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass folgende Verfahrensschritte in der aufgeführten Reihenfolge durchgeführt werden:

- Einstellen der ersten Steuerstellung
- Detektion der Drehzahl n der Kurbelwelle oder der Nockenwelle,
- ist die Drehzahl $n > 0$: Detektion des Druckmitteldrucks p ,
- ist der Druckmitteldruck p größer als ein vorbestimmter Wert: Einstellen von Steuerstellungen nach dem in der Steuereinheit abgelegtem Kennfeld.

[0019] Dadurch wird gewährleistet, dass die Verriegelung erst aufgehoben werden kann, wenn der Druckmitteldruck einen bestimmten Wert erreicht hat und somit eine ausreichende Druckmittelversorgung der Vorrichtung gewährleistet ist. Dadurch wird ein Anschlagen ei-

nes Kolbens oder Flügels verhindert, was der **[0020]** Fall bei einer nicht verriegelten, nicht ausreichend mit Druckmittel versorgten Vorrichtung wäre.

5 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0021] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den Zeichnungen, in der Ausführungsbeispiele der Erfindung vereinfacht dargestellt sind. Es zeigen:

- | | | |
|----|----------|--|
| 10 | Figur 1 | einen Längsschnitt durch eine hydraulische Stellvorrichtung, |
| 15 | Figur 2 | einen Querschnitt durch eine hydraulische Stellvorrichtung nach Figur 1, |
| 20 | Figur 3 | ein Flussdiagramm für ein Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen, |
| 25 | Figur 4 | eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine, |
| 30 | Figur 5a | einen Längsschnitt durch ein Steuerventil einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine in einer ersten Steuerstellung, |
| 35 | Figur 5b | einen Längsschnitt durch das Steuerventil aus Figur 5a in einer zweiten Steuerstellung, |
| 40 | Figur 5c | einen Längsschnitt durch das Steuerventil aus Figur 5a in einer dritten Steuerstellung, |
| 45 | Figur 5d | einen Längsschnitt durch das Steuerventil aus Figur 5a in einer vierten Steuerstellung, |
| 50 | Figur 6 | in einem Diagramm den Volumenstrom vom Zulaufanschluss zu den Druckkammern in Abhängigkeit von der Stellung des Steuerkolbens relativ zum Ventilgehäuse, |
| 55 | Figur 7 | ein Flussdiagramm für ein Verfahren zum geregelten Abschalten einer Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen und |
| | Figur 8 | eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine aus dem Stand der Technik. |

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

[0022] Die Figuren 1 und 2 zeigen eine hydraulische Verstellvorrichtung 1a einer Vorrichtung 1 zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine. Die Verstellvorrichtung 1a besteht im Wesentlichen aus einem Stator 2 und einem konzentrisch dazu angeordneten Rotor 3. Ein Antriebsrad 4 ist drehfest mit dem Stator 2 verbunden und in der dargestellten Ausführungsform als Kettenrad ausgebildet. Ebenso denkbar sind Ausführungsformen des Antriebsrads 4 als Riemen- oder Zahnrad. Der Stator 2 ist drehbar auf dem Rotor 3 gelagert, wobei an der Innenmantelfläche des Stators 2 in der dargestellten Ausführungsform fünf in Umfangsrichtung beabstandete Ausnehmungen 5 vorgesehen sind. Die Ausnehmungen 5 werden in radialer Richtung vom Stator 2 und dem Rotor 3, in Umfangsrichtung von zwei Seitenwänden 6 des Stators 2 und in axialer Richtung durch einen ersten und einen zweiten Seitendeckel 7, 8 begrenzt. Jede der Ausnehmungen 5 ist auf diese Weise druckdicht verschlossen. Der erste und der zweite Seitendeckel 7, 8 sind mit dem Stator 2 mittels Verbindungselementen 9, beispielsweise Schrauben, verbunden.

[0023] An der Außenmantelfläche des Rotors 3 sind axial verlaufende Flügelnuten 10 ausgebildet, wobei in jeder Flügelnut 10 ein sich radial erstreckender Flügel 11 angeordnet ist. In jede Ausnehmung 5 erstreckt sich ein Flügel 11, wobei die Flügel 11 in radialer Richtung am Stator 2 und in axialer Richtung an den Seitendeckeln 7, 8 anliegen. Jeder Flügel 11 unterteilt eine Ausnehmung 5 in zwei gegeneinander arbeitende Druckkammern 12, 13. Um ein druckdichtes Anliegen der Flügel 11 am Stator 2 zu gewährleisten, sind zwischen den Nutgründen 14 der Flügelnuten 10 und den Flügeln 11 Blattfederelemente 15 angebracht, die den Flügel 11 in radialer Richtung mit einer Kraft beaufschlagen.

[0024] Mittels ersten und zweiten Druckmittelleitungen 16, 17 können die ersten und zweiten Druckkammern 12, 13 über ein nicht dargestelltes Steuerventil mit einer ebenfalls nicht dargestellten Druckmittelpumpe oder einem ebenfalls nicht dargestellten Tank verbunden werden. Dadurch wird ein Stellantrieb ausgebildet, der eine Relativverdrehung des Stators 2 gegenüber dem Rotor 3 ermöglicht. Dabei ist vorgesehen, dass entweder alle ersten Druckkammern 12 mit der Druckmittelpumpe und alle zweiten Druckkammern 13 mit dem Tank verbunden werden bzw. die genau entgegengesetzte Konfiguration. Werden die ersten Druckkammern 12 mit der Druckmittelpumpe und die zweiten Druckkammern 13 mit dem Tank verbunden, so dehnen sich die ersten Druckkammern 12 auf Kosten der zweiten Druckkammern 13 aus. Daraus resultiert eine Verschiebung der Flügel 11 in Umfangsrichtung, in der durch den ersten Pfeil 21 dargestellten Richtung. Durch das Verschieben der Flügel 11 wird der Rotor 3 relativ zum Stator 2 verdreht.

[0025] Der Stator 2 wird in der dargestellten Ausführungsform mittels eines an seinem Antriebsrad 4 angrei-

fenden, nicht dargestellten Kettentriebs von der Kurbelwelle angetrieben. Ebenso denkbar ist der Antrieb des Stators 2 mittels eines Riemen- oder Zahnradtriebs. Der Rotor 3 ist kraft-, form- oder stoffschlüssig, beispielsweise mittels Presssitz oder durch eine Schraubverbindung mittels einer Zentralschraube, mit einer nicht dargestellten Nockenwelle verbunden. Aus der Relativverdrehung des Rotors 3 relativ zum Stator 2, als Folge des Zu- bzw. Ableitens von Druckmittel zu bzw. aus den Druckkammern 12, 13, resultiert eine Phasenverschiebung zwischen Nockenwelle und Kurbelwelle. Durch gezieltes Ein- bzw. Ableiten von Druckmittel in die Druckkammern 12, 13 können somit die Steuerzeiten der Gaswechselventile der Brennkraftmaschine gezielt variiert werden.

[0026] Die Druckmittelleitungen 16, 17 sind in der dargestellten Ausführungsform als im Wesentlichen radial angeordnete Bohrungen ausgeführt, die sich von einer Zentralbohrung 22 des Rotors 3 zur dessen äußeren Mantelfläche erstrecken. Innerhalb der Zentralbohrung 22 kann ein nicht dargestelltes Zentralventil angeordnet sein, über welches die Druckkammern 12, 13 gezielt mit der Druckmittelpumpe bzw. dem Tank verbunden werden können. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, innerhalb der Zentralbohrung 22 einen Druckmittelverteiler anzuordnen, der die Druckmittelleitungen 16, 17 über Druckmittelkanäle und Ringnuten mit den Anschlüssen eines extern angebrachten Steuerventils verbindet.

[0027] Die im Wesentlichen radial verlaufenden Seitenwände 6 der Ausnehmungen 5 sind mit Ausformungen 23 versehen, die in Umfangsrichtung in die Ausnehmungen 5 hineinreichen. Die Ausformungen 23 dienen als Anschlag für die Flügel 11 und gewährleisten, dass die Druckkammern 12, 13 mit Druckmittel versorgt werden können, selbst wenn der Rotor 3 eine seiner beiden Extremstellungen relativ zum Stator 2 einnimmt, in denen die Flügel 11 an einer der Seitenwände 6 anliegen.

[0028] Bei ungenügender Druckmittelversorgung der Vorrichtung 1, beispielsweise während der Startphase der Brennkraftmaschine, wird der Rotor 3 aufgrund der Wechsel- und Schleppmomente, die die Nockenwelle auf diesen ausübt, unkontrolliert relativ zum Stator 2 bewegt. In einer ersten Phase drängen die Schleppmomente der Nockenwelle den Rotor relativ zum Stator in eine Umfangsrichtung, die entgegengesetzt zur Drehrichtung des Stators liegt, bis diese an den Seitenwänden 6 anschlagen. Im Folgenden führen die Wechselmomente, die die Nockenwelle auf den Rotor 3 ausübt zu einem Hin- und Herschwingen des Rotors 3 und damit der Flügel 11 in den Ausnehmungen 5, bis zumindest eine der Druckkammern 12, 13 vollständig mit Druckmittel befüllt ist. Dies führt zu höherem Verschleiß und zu Geräuschentwicklungen in der Vorrichtung 1. Um dies zu verhindern sind in der Vorrichtung 1 zwei Verriegelungselemente 24 vorgesehen. Jedes Verriegelungselement 24 besteht aus einem topfförmigen Kolben 26, welcher in einer Axialbohrung 25 des Rotors 3 angeordnet ist. Der Kolben 26 wird durch eine Feder 27 in axialer Richtung mit einer Kraft beaufschlagt. Die Feder 27 stützt sich in

axialer Richtung auf der einen Seite an einem Entlüftungselement 28 ab und ist mit ihrem davon abgewandten axialen Ende innerhalb des topfförmig ausgeführten Kolbens 26 angeordnet.

[0029] Im ersten Seitendeckel 7 ist pro Verriegelungselement 24 eine Kulissee 29 derart ausgebildet, dass der Rotor 3 relativ zum Stator 2 in einer Position verriegelt werden kann, die der Position während des Starts der Brennkraftmaschine entspricht. In dieser Stellung werden die Kolben 26 bei ungenügender Druckmittelversorgung der Vorrichtung 1 mittels der Federn 27 in die Kulissen 29 gedrängt. Weiterhin sind Mittel vorgesehen, um die Kolben 26 bei ausreichender Versorgung der Vorrichtung 1 mit Druckmittel in die Axialbohrungen 25 zurückzudrängen und damit die Verriegelung aufzuheben. Dies wird üblicherweise mit Druckmittel bewerkstelligt, welches über nicht dargestellte Druckmittelleitungen in eine Aussparungen 30 geleitet wird, welche am deckelseitigen Stirnende der Kolben 26 ausgebildet ist. Entspricht die Phasenlage φ , die der Startposition der Brennkraftmaschine entspricht, einer Mittenstellung der Flügel 11 zwischen den jeweiligen Seitenwänden 6, so kann eine Verriegelung der Hydraulischen Stellvorrichtung 1a in dieser Position durch die Verwendung zweier Verriegelungselemente 24 und angepasster Kulissen 29 bewerkstelligt werden.

[0030] Um Leckageöl aus dem Federraum der Axialbohrung 25 ableiten zu können ist das Entlüftungselement 28 mit axial verlaufenden Nuten versehen, entlang derer das Druckmittel zu einer Bohrung im zweiten Seitendeckel 8 geleitet werden kann.

[0031] Figur 8 zeigt eine Vorrichtung 101 zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine aus dem Stand der Technik. Diese besteht aus einer hydraulischen Stellvorrichtung 102 und einem Steuerventil 103.

Die Stellvorrichtung 102 besteht aus einem Druckraum 104, der durch ein verschiebbares Element 105 in zwei gegeneinander wirkende Druckkammern 106, 107 unterteilt wird. Das verschiebbare Element 105 ist drehfest mit der Nockenwelle oder der Kurbelwelle verbunden, während das andere Bauteil drehfest mit dem Druckraum 104 verbunden ist. Das verschiebbare Element 105 ist bewegungsfest mit zwei Kulissen 108, 109 verbunden. Weiterhin ist mit 110 bzw. 111 jeweils ein Verriegelungspin bezeichnet, wobei diese ortsfest zum Druckraum 104 angebracht sind. Jeder Kulissee 108, 109 ist je ein Verriegelungspin 110, 111 zugeordnet. Alternativ können die Verriegelungspins 110, 111 sich mit dem Element 105 mitbewegen und die Kulissen 108, 109 in einem zum Druckraum 104 ortsfesten Bauteil ausgebildet sein.

[0032] Das Steuerventil 103 besteht aus einer Stelleinheit 112, einem ersten Federelement 113 und einem Ventilkörper 114. Die Stelleinheit 112 kann beispielsweise in Form einer elektrischen oder hydraulischen Stelleinheit 112 ausgebildet sein. Im Folgenden soll ohne Beschränkung der Allgemeinheit eine elektrische Stelleinheit 112 angenommen werden, die als Elektromagnet

ausgeführt ist. Am Ventilkörper 114 ist ein erster Arbeitsanschluss A, ein zweiter Arbeitsanschluss B, ein Zulaufanschluss P und ein Ablaufanschluss T ausgebildet. Der erste Arbeitsanschluss A steht über eine erste Druckmittelleitung 115 mit der ersten Druckkammer 106 und der zweite Arbeitsanschluss B über eine zweite Druckmittelleitung 116 mit der zweiten Druckkammer 107 in Verbindung. Weiterhin steht der Ablaufanschluss T mit einem Druckmittelreservoir 117 in Verbindung. Über eine Druckmittelpumpe 118 einen Filter 119 und ein Rückschlagventil 120 wird der Zulaufanschluss P mit Druckmittel beaufschlagt. Über eine dritte Druckmittelleitung 121 steht die erste Kulissee 108 in Verbindung mit der ersten Druckmittelleitung 115. Ebenso steht die zweite Kulissee 109 über eine vierte Druckmittelleitung 122 in Verbindung mit der zweiten Druckmittelleitung 116. Die erste und zweite Kulissee 108, 109 sind jeweils als eine Nut ausgebildet, wobei deren Abmessung in Bewegungsrichtung des bewegbaren Elements 105 größer ist, als die des jeweiligen Verriegelungspins 110, 111. Beide Verriegelungspins 110, 111 greifen bei der dargestellten Mittenstellung des verschiebbaren Elements 105 in die jeweilige Kulissee 108, 109 ein und sind in Verschieberichtung des bewegbaren Elements 105 an einem Ende der jeweiligen Nut angeordnet.

[0033] Mittels der Stelleinheit 112 kann das Ventil gegen die Federkraft des ersten Federelements 113 in eine zweite, eine dritte und eine vierte Steuerstellung 130, 131, 132 gebracht werden. Befindet sich das Ventil in der zweiten Steuerstellung 130 was bei niedriger bis keiner Bestromung der Stelleinheit 112 der Fall ist, ist der zweite Arbeitsanschluss B ausschließlich mit dem Zulaufanschluss P und der erste Arbeitsanschluss A ausschließlich mit dem Ablaufanschluss T verbunden.

Befindet sich das Ventil in der dritten Steuerstellung 131, was bei niedriger bis mittlerer Bestromung der Stelleinheit 112 der Fall ist, sind beide Arbeitsanschlüsse A, B weder mit dem Zulaufanschluss P noch mit dem Ablaufanschluss T verbunden. Alternativ kann vorgesehen sein, dass beide Arbeitsanschlüsse A, B ausschließlich mit dem Zulaufanschluss P verbunden sind, um Leckageverluste auszugleichen.

Befindet sich das Ventil in der vierten Steuerstellung 132, was bei mittlerer bis maximaler Bestromung der Stelleinheit 112 der Fall ist, ist der erste Arbeitsanschluss A ausschließlich mit dem Zulaufanschluss P und der zweite Arbeitsanschluss B ausschließlich mit dem Ablaufanschluss T verbunden.

[0034] Im geregelten Betrieb der Brennkraftmaschine wird das Steuerventil 103 in die zweite Steuerstellung 130 gebracht um eine Verstellung des bewegbaren Elements 105 in Richtung spät, gekennzeichnet durch den zweiten Pfeil 126, zu erreichen. Druckmittel wird vom Zulaufanschluss P über den zweiten Arbeitsanschluss B und die zweite Druckmittelleitung 116 zur zweiten Druckkammer 107 geleitet. Gleichzeitig wird über die vierte Druckmittelleitung 122 Druckmittel in die zweite Kulissee 109 geleitet. Dadurch wird der zweite Verriegelungspin 111

gegen die Kraft einer zweiten Feder 129 aus der zweiten Kulissee 109 gedrängt. Gleichzeitig ist die erste Druckkammer 106 über die erste Druckmittelleitung 115 und den Ablaufanschluss T mit dem Druckmittelreservoir 117 verbunden. Durch den Ablauf von Druckmittel aus der ersten Druckkammer 106 und den Zulauf von Druckmittel zur zweiten Druckkammer 107 wird das bewegbare Element 105 in Richtung spät verschoben. Gleichzeitig wird die erste und die zweite Kulissee 108, 109 ebenfalls in Richtung spät verschoben. Dabei bewegt sich der erste Verriegelungspin 110 innerhalb der ersten Kulissee 108, während der zweite Verriegelungspin 111 sich außerhalb der zweiten Kulissee 109 befindet.

Um eine Phasenlage ϕ der hydraulischen Stellvorrichtung 102 zu halten wird das Steuerventil 103 in die dritte Steuerstellung 131 gebracht. Beide Arbeitsanschlüsse A, B sind weder mit dem Zu- P noch mit dem Ablaufanschluss T verbunden. Es findet kein Zu- bzw. Abfluss von Druckmittel zu bzw. aus den Druckkammern 106, 107 statt und die Phasenlage ϕ wird konstant gehalten.

Um eine Verstellung des bewegbaren Elements 105 in Richtung früh, gekennzeichnet durch den dritten Pfeil 128, zu erreichen wird das Steuerventil 103 in die vierte Steuerstellung 132 gebracht. Druckmittel wird vom Zulaufanschluss P über den ersten Arbeitsanschluss A und die erste Druckmittelleitung 115 zur ersten Druckkammer 106 geleitet. Gleichzeitig wird über die dritte Druckmittelleitung 121 Druckmittel in die erste Kulissee 108 geleitet. Dadurch wird der erste Verriegelungspin 110 entgegen die Kraft einer ersten Feder 127 aus der ersten Kulissee 108 gedrängt. Gleichzeitig ist die zweite Druckkammer 107 über die zweite Druckmittelleitung 116 und den Ablaufanschluss T mit dem Druckmittelreservoir 117 verbunden. Durch den Ablauf von Druckmittel aus der zweiten Druckkammer 107 und den Zulauf von Druckmittel zur ersten Druckkammer 106 wird das bewegbare Element 105 in Richtung früh verschoben. Gleichzeitig wird die erste und die zweite Kulissee 108, 109 ebenfalls in Richtung früh verschoben. Dabei bewegt sich der zweite Verriegelungspin 111 innerhalb der zweiten Kulissee 109, während der erste Verriegelungspin 110 sich außerhalb der ersten Kulissee 108 befindet.

Wird das bewegbare Element 105 von einer Position, die von der in Figur 8 dargestellten Mittenlage abweicht über die Mittenlage verstellt, so rastet der Verriegelungspin 110, 111, der nicht mit Druckmittel beaufschlagt wird in die jeweilige Kulissee 108, 109 ein. Gleichzeitig wird der andere Verriegelungspin 110, 111 mit Druckmittel beaufschlagt so, dass er sich außerhalb der Kulissee 108, 109 befindet. Die Bewegung wird ausschließlich durch den eingerasteten Verriegelungspin 110, 111 eingeschränkt. Befindet sich die hydraulische Stellvorrichtung 102 in der in Figur 8 dargestellten mittleren Position und ist die Vorrichtung 101 nicht mit ausreichend Druckmittel versorgt, was beispielsweise beim Start der Brennkraftmaschine der Fall ist, so sind beide Verriegelungspins in 110, 111 in der jeweiligen Kulissee 108, 109 eingerastet. Dabei sind die Verriegelungspins 110, 111 derart angeordnet und

die Kulissen 108, 109 derart ausgeführt, dass sich die Verriegelungspins 110, 111 an den Enden der Kulissen 108, 109 befinden, die am weitesten voneinander beabstandeten sind. Dadurch ist das bewegbare Element 105 relativ zum Druckraum 104 fixiert. Alternativ können sich die Verriegelungspins 110, 111 an den Enden der Kulissen 108, 109 befinden, die sich am nächsten stehen. In dieser alternativen Ausführungsform müssten die erste Kulissee 108 von der zweiten Druckmittelleitung 116 und die zweite Kulissee 109 von der ersten Druckmittelleitung 115 mit Druckmittel beaufschlagt werden. Ebenfalls denkbar ist eine Beaufschlagung der Kulissen 108, 109 über die jeweilige Druckkammer 106, 107, beispielsweise mittels einer Wurmnut.

[0035] Beim Stoppvorgang der Brennkraftmaschine besteht die Möglichkeit, dass das verschiebbare Element 105 in einer relativ zur Mittenlage späten Stellung positioniert wird. Beim Neustart der ist die Vorrichtung 101 noch nicht ausreichend mit Druckmittel befüllt. Aufgrund des Schleppmoments der Nockenwelle wird das Element 105 in Richtung des Spätanschlages 133 getrieben und schlägt dort an. Dies führt zu einem erhöhten Verschleiß der Komponenten und unangenehmer Geräuscentwicklung.

[0036] Fällt die Stelleinheit 112 des Steuerventils 103 aus, wird die Stromversorgung beispielsweise durch einen Defekt des Elektromagneten oder der Stromverbindungen unterbrochen, so wird das Steuerventil 103 in die zweiten Steuerstellung 130 versetzt. Dies führt dazu, dass der zweite Verriegelungspin 111 entriegelt wird und die Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle in Richtung spät verstellt wird. Das hat zur Folge, dass die Start- und Laufeigenschaften der Brennkraftmaschine, die in der in Figur 8 dargestellten Mittenlage optimal sind, sich verschlechtern.

[0037] Bei der schematisch dargestellten hydraulischen Stellvorrichtung 102 kann es sich beispielsweise um einen Axialkolbenversteller oder einen Rotationskolbenversteller handeln. Im Folgenden soll ohne Beschränkung der Allgemeinheit nur die Ausführungsform eines Rotationskolbenverstellers behandelt werden. Der Druckraum 104 entspricht den Ausnehmungen 5 aus Figur 1. Das bewegbare Element 105 den Flügeln 11. Die Verriegelungspins 110, 111 können in der Ausführungsform nach Figur 1 entweder in einem Seitendeckel des Rotationskolbenverstellers oder im Rotor des Rotationskolbenverstellers innerhalb einer Bohrung, vorzugsweise eines Sacklochs, angeordnet sein. Die jeweiligen Kulissen 108, 109 sind in dem jeweils anderen Bauteil ausgebildet.

[0038] In Figur 4 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung 101 schematisch, analog Figur 8, dargestellt. Diese ist größtenteils mit der in Figur 8 gezeigten identisch, weshalb für gleiche Bauteile die gleichen Bezugszahlen verwendet wurden. Der Unterschied der erfindungsgemäßen Vorrichtung 101 besteht darin, dass das Steuerventil 103 zusätzlich eine erste Steuerstellung 140 aufweist. Die erste Steuerstellung 140 wird aktiviert, wenn

die Stelleinheit 112 einen Zustand einnimmt, der einer niedrigen bis keiner Bestromung entspricht. Das erste Federelement 113 sorgt in diesem Fall dafür, dass die erste Steuerstellung 140 erreicht wird. In dieser Stellung ist weder der erste noch der zweite Arbeitsanschluss A, B mit dem Zulaufanschluss P verbunden. Je nach Konfiguration der hydraulischen Stellvorrichtung 102 kann nun entweder der erste oder der zweite Arbeitsanschluss A, B mit dem Ablaufanschluss T verbunden werden, während der jeweils andere Arbeitsanschluss A, B nicht mit dem Ablaufanschluss T kommuniziert. Ebenfalls denkbar ist eine Ausführungsform in der in der ersten Steuerstellung 140 der erste und der zweite Arbeitsanschluss A, B weder mit dem Zulaufanschluss P noch mit dem Ablaufanschluss T kommuniziert oder beide Arbeitsanschlüsse A, B ausschließlich mit dem Ablaufanschluss T in Verbindung stehen.

Neben der ersten Steuerstellung 140 weist das Steuerventil 103 ebenfalls die in Figur 8 dargestellten zweiten, dritten und vierten Steuerstellungen 103, 131, 132 auf, wobei die zweite Steuerstellung 130 bei einer niedrigen bis mittleren Bestromung, die dritte Steuerstellung 131 bei einer mittleren bis hohen Bestromung und die vierte Steuerstellung 132 bei einer hohen bis maximalen Bestromung, der Stelleinheit 112 eingenommen wird.

Im Falle eines Defekts der Stelleinheit 112 oder eines Fehlers in deren Stromzuführung gelangt das Steuerventil 103 automatisch in die erste Steuerstellung 140, wobei das Schaltventil 103 diese Stellung bis zur Reparatur der Stelleinheit 112 bzw. deren Stromversorgung hält. Nach einem erneuten Start der Brennkraftmaschine wird aufgrund der ungenügenden Druckmittelversorgung der hydraulischen Stellvorrichtung 102 das bewegbare Element 105 unabhängig von dessen Stellung am Abschalten der Brennkraftmaschine aufgrund der Schlepp- und Wechselmomente in die mittlere Position verfahren. Dort können beide Verriegelungspins 110, 111 in die jeweilige Kulisser 108, 109 einriegeln, wodurch die Stellung des bewegbaren Elements 105 im Druckraum 104 fixiert wird. Aufgrund der Konfiguration der ersten Steuerstellung 140 wird während des Betriebs der Brennkraftmaschine kein Druckmittel zu den Druckkammern 106, 107 und somit zu den Kulissen 108, 109 geführt. Dies hat zur Konsequenz, dass das bewegbare Element 105 relativ zum Druckraum 104 ortsfest gehalten wird und damit die Phasenlage ϕ zwischen Nockenwelle und Kurbelwelle konstant in der Notlaufposition gehalten wird, in der die Brennkraftmaschine gute Start- und Laufeigenschaften aufweist.

[0039] Die Figuren 5a bis 5d zeigen exemplarisch einen Ventilkörper 114 eines Steuerventils 103 einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 101. Der Ventilkörper 114 besteht aus einem Ventilgehäuse 141 und einem Steuerkolben 142. Das Ventilgehäuse 141 ist im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführt, wobei in dessen Außenmantelfläche drei axial beabstandete Ringnuten 143, 144, 145 ausgebildet sind. Jede der Ringnuten 143 bis 145 stellt einen Anschluss des Ventils dar, wobei die in

axialer Richtung äußeren Ringnuten 143, 145 die Arbeitsanschlüsse A, B bilden und die mittlere Ringnut 144 den Zulaufanschluss P. Ein Ablaufanschluss T ist durch eine Öffnung in einer Stirnseite des Ventilgehäuses 141 ausgeführt. Jede der Ringnuten 143 bis 145 steht über erste Radialöffnungen 146 mit dem inneren des Ventilgehäuses 141 in Verbindung. Innerhalb des Ventilgehäuses 141 ist ein im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführter Steuerkolben 142 axial verschiebbar angeordnet. Der Steuerkolben 142 wird an einer Stirnseite von einem zweiten Federelement 147 und an der gegenüberliegenden Stirnfläche von einer Stößelstange 148 der Stelleinheit 112 mit einer Kraft beaufschlagt. Durch Bestromen der Stelleinheit 112 kann der Steuerkolben 142 gegen die Kraft des zweiten Federelements 147 in eine beliebige Position zwischen einem ersten und einem zweiten Endanschlag 149, 150 verschoben werden.

Der Steuerkolben 142 ist mit einem ersten und einem zweiten Ringsteg 151, 152 versehen. Die Außendurchmesser der Ringsteg 151, 152 sind dem Innendurchmesser des Ventilgehäuses 141 angepasst. Weiterhin sind in den Steuerkolben 142 zwischen dessen stirnseitigem Ende, an dem die Stößelstange 148 angreift, und dem zweiten Ringsteg 152 zweite Radialöffnungen 146a ausgebildet, wodurch das Innere des Steuerkolbens 142 mit dem Inneren des Ventilgehäuses 141 in Verbindung steht. Der erste und der zweite Ringsteg 151, 152 sind derart ausgebildet und an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens 142 angeordnet, dass Steuerkanten 153 bis 156 in Abhängigkeit von der Stellung des Steuerkolbens 142 relativ zum Ventilgehäuse 141 eine Verbindung zwischen dem Zulaufanschluss P und den Arbeitsanschlüssen A, B freigibt oder sperrt und eine Verbindung zwischen den Arbeitsanschlüssen A, B und dem Ablaufanschluss T freigibt oder versperren. Der Außendurchmesser des Steuerkolbens 142 ist in den Bereichen zwischen der Stößelstange 148 und dem zweiten Ringsteg 152 und zwischen dem ersten Ringsteg 151 und dem zweiten Ringsteg 152 geringer ausgeführt als der Innendurchmesser des Ventilgehäuses 141. Dadurch wird zwischen dem ersten und dem zweiten Ringsteg 151, 152 eine vierte Ringnut 157 ausgebildet. Innerhalb der vierten Ringnut 157 ist ein dritter Ringsteg 158 ausgebildet. Der Außendurchmesser des dritten Ringstegs 158 ist dem Innendurchmesser des Ventilgehäuses 141 angepasst. Weiterhin ist der dritte Ringsteg 158 derart positioniert, dass er in der ersten Steuerstellung 140 des Steuerventils 103 die Verbindung zwischen dem Zulaufanschluss P und dem zweiten Arbeitsanschluss B sperrt.

[0040] Figur 5a zeigt die erste Steuerstellung 140 des Steuerventils 103, in der der Steuerkolben 142 von der Stelleinheit 112 über die Stößelstange 148 mit einer Kraft zwischen einer minimalen Kraft und einer kleinen F_1 beaufschlagt wird. Die stößelstangenseitige Stirnfläche des Steuerkolbens 142 befindet in einem Bereich zwischen dem ersten Endanschlag 149 (Verschiebeweg = 0mm) und einem Verschiebeweg s_1 . Die Verbindung zwischen dem Zulaufanschluss P und dem zweiten Arbeitsan-

schluss B ist durch den dritten Ringsteg 158 und die Verbindung zwischen dem Zulaufanschluss P und dem ersten Arbeitsanschluss A durch den ersten Ringsteg 151 gesperrt. Weiterhin ist die Verbindung zwischen dem zweiten Arbeitsanschluss B und dem Ablaufanschluss T mittels des zweiten Ringstegs 152 gesperrt, während Druckmittel vom ersten Arbeitsanschluss A zum Ablaufanschluss T fließen kann. Da der Druckmittelfluss zu beiden Verriegelungspins 110, 111 und zu beiden Druckkammern 106, 107 blockiert ist kann in der ersten Steuerstellung 140 keine aktive Verstellung stattfinden. Durch die Verbindung der ersten Druckkammer 106 mit dem Reservoir 11 wird diese entleert. Abhängig von der Stellung der hydraulischen Stellvorrichtung 102 wird das bewegbare Element 105 sofort, oder nach einer gewissen Zeit, die benötigt wird um die zweite Druckkammer 107 aufgrund von Leckage zu leeren, aufgrund von Schlepp oder Wechselmomenten der Nockenwelle in die Mittenlage getrieben und dort dauerhaft verriegelt.

Diese Steuerstellung entspricht einer Konfiguration des Steuerventils 103 in der die Stelleinheit 112 unbestromt ist und folglich der Steuerkolben 142 mittels des zweiten Federelements 147 an den ersten Endanschlag 149 verschoben ist, der Verschiebeweg also Null ist. In dieser Stellung befindet sich das Ventil, wenn die Stelleinheit 112 defekt oder deren Stromzufuhr unterbrochen ist.

[0041] Figur 5b zeigt die zweite Steuerstellung 130 des Steuerventils 103, in der der Steuerkolben 142 von der Stelleinheit 112 über die Stößelstange 148 mit einer Kraft zwischen einer kleinen Kraft F_1 und einer mittleren Kraft F_2 beaufschlagt wird, wobei $F_2 > F_1$. Dadurch wird der Steuerkolben 142 um einen Weg S_1 bis S_2 vom stößelstangenseitigen ersten Endanschlag 149 verschoben, wobei $S_2 > S_1$. Der erste Ringsteg 151 blockiert weiterhin die Verbindung zwischen dem ersten Arbeitsanschluss A und dem Zulaufanschluss P, während weiterhin Druckmittel vom ersten Arbeitsabschluss zum Ablaufanschluss T fließen kann. Weiterhin blockiert der zweite Ringsteg 152 die Verbindung zwischen dem zweiten Arbeitsanschluss B und dem Ablaufanschluss T, während sowohl der zweite als auch der dritte Ringsteg 152, 158 eine Verbindung zwischen dem Zulaufanschluss P und dem zweiten Arbeitsanschluss B freigibt. In dieser Stellung wird über den zweiten Arbeitsanschluss B, der zweiten und vierten Druckmittelleitung 116, 122 der zweiten Druckkammer 107 und der zweiten Kulissee 109 Druckmittel zugeführt, wodurch der zweite Verriegelungspin 111 entriegelt wird und die hydraulische Stellvorrichtung 102 Richtung spät verstellt. Gleichzeitig fließt Druckmittel aus der ersten Druckkammer 106 über die erste Druckmittelleitung 115 zum ersten Arbeitsanschluss A und von dort zum Ablaufanschluss T.

[0042] Figur 5c zeigt die dritte Steuerstellung 131 des Steuerventils 103, in dem der Steuerkolben 142 von der Stelleinheit 112 über die Stößelstange 148 mit einer Kraft zwischen einer mittleren F_2 und einer großen Kraft F_3 beaufschlagt wird, wobei $F_3 > F_2$. Dadurch wird der Steuerkolben 142 um einen Weg S_2 bis S_3 vom stößelstan-

genseitigen ersten Endanschlag 149 verschoben, wobei $S_3 > S_2$. In dieser Stellung des Schaltventils blockieren der erste und der zweite Ringsteg 151, 152 die Verbindungen zwischen den Arbeitsanschlüssen A, B und dem Zulaufanschluss P und die Verbindungen zwischen den Arbeitsanschlüssen A, B und dem Ablaufanschluss T. In dieser Stellung des Steuerventils 103 wird weder Druckmittel zu den Druckkammern 106, 107 zugeleitet, noch kann Druckmittel von den Druckkammern 106, 107 abfließen. Diese Steuerstellung entspricht also einer Haltestellung, in der die Phasenlage φ zwischen Nockenwelle und Kurbelwelle konstant gehalten wird.

[0043] Figur 5d zeigt die vierte Steuerstellung 132 des Steuerventils 103, in der der Steuerkolben 142 von der Stelleinheit 112 über die Stößelstange 148 mit einer Kraft zwischen einer großen Kraft F_3 und einer maximalen Kraft F_4 beaufschlagt wird, wobei $F_4 > F_3$. Dadurch wird der Steuerkolben 142 um einen Weg S_3 bis S_4 vom stößelstangenseitigen ersten Endanschlag 149 verschoben, wobei $S_4 > S_3$. In dieser Konfiguration blockiert der erste Ringsteg 151 eine Verbindung zwischen dem ersten Arbeitsanschluss A und dem Ablaufanschluss T, während die Verbindung zwischen dem Zulaufanschluss P und dem ersten Arbeitsanschluss A sowohl vom ersten Ringsteg 151, als auch vom dritten Ringsteg 158 freigegeben wird. Weiterhin wird von dem zweiten Ringsteg 152 die Verbindung zwischen dem Zulaufanschluss P und dem zweiten Arbeitsanschluss B blockiert, während Druckmittel über den zweiten Arbeitsanschluss B und die zweiten Radialöffnungen 146a in das Innere des Steuerkolbens 142 und von dort zum Ablaufanschluss T gelangen kann. In dieser Stellung des Steuerventils 103 wird Druckmittel von der zweiten Druckkammer 107 über die zweite Druckmittelleitung 116 zum zweiten Arbeitsanschluss B und von dort zum Ablaufanschluss T geleitet. Gleichzeitig wird über den ersten Arbeitsanschluss A die erste Druckmittelleitung 115 und die dritte Druckmittelleitung 121 Druckmittel zur ersten Druckkammer 106 und zur ersten Kulissee 108 geleitet. Dadurch wird der erste Verriegelungspin 110 entriegelt und die hydraulische Stellvorrichtung 102 verstellt nach früh.

[0044] Durch den Einsatz des beschriebenen 4/4-Wegeventils, als Steuerventil 103 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 101, werden keine zusätzlichen Module, wie beispielsweise zusätzliche Steuerventile benötigt um eine Vorrichtung 101 mit Mittenlagenverriegelung darzustellen, die automatisch in einer verriegelten Mittenposition startet, wobei ein Anschlagen des Elements 105 (Flügel bei Flügelzellenverstellern) an einem Anschlag unterbleibt. Weder der Bauraum, noch die Herstellungs- oder Montagekosten werden im Vergleich zu der im Stand der Technik beschriebenen Ausführungsform erhöht. Gleichzeitig wird die Vorrichtung 101 bei Ausfall der Stelleinheit 112 in die Mittenlage gebracht und dort bis zur Reparatur der Stelleinheit 112 verriegelt.

[0045] Figur 6 stellt den Volumenstrom vom Zulaufanschluss T zu den Druckkammern 106, 107 in Abhängigkeit des Tastverhältnisses der Stelleinheit 112 dar. Die

Stelleinheit 112 kann mit einer Spannung beaufschlagt werden, wobei entweder Null Volt oder ein Maximalwert anliegt. Das Tastverhältnis gibt den Anteil der Zeit an, in welcher der Maximalwert der Spannung an der Stelleinheit 112 anliegt. Je höher das Tastverhältnis ist, umso höher ist die Kraft die von der Stelleinheit 112 über die Stößelstange 148 auf den Steuerkolben 142 ausgeübt wird. Somit ist das Tastverhältnis ein Maß für die Verschiebung des Steuerkolbens 142 innerhalb des Ventilgehäuses 141 relativ zum ersten Endanschlag 149.

In einem ersten Bereich, in dem das Tastverhältnis zwischen Null und einem ersten Wert TV 1 liegt nimmt das Steuerventil 103 die erste Steuerstellung 140 ein. In dieser Steuerstellung 140 sind die Verbindungen zwischen dem Zulaufanschluss P und den Arbeitsanschlüssen A, B gesperrt, der Volumenstrom ist abgesehen von Leckageströmen 0.

Liegt das Tastverhältnis zwischen einem ersten Wert TV 1 und einem zweiten Wert TV 2 so befindet sich das Steuerventil 103 in der zweiten Steuerstellung 130. Druckmittel kann vom Zulaufanschluss P zum zweiten Arbeitsanschluss B gelangen, während die Verbindung zwischen dem Zulaufanschluss P und dem ersten Arbeitsanschluss A gesperrt ist. Der Volumenstrom nimmt bei Erhöhung des Tastverhältnisses von einem ersten Wert TV 1 zu einem dritten Wert TV 3 stetig zu, während es bei weiterer Erhöhung bis zu dem zweiten Wert TV 2 stetig abnimmt und schließlich bei dem Wert TV 2 nahe Null liegt. Vorteilhafterweise wird für die zweite Steuerstellung 130 nur der Bereich zwischen TV3 und TV2 genutzt.

In einem dritten Bereich zwischen dem Wert TV 2 und einem Wert TV 4, Tastverhältnisse, die in diesem Bereich liegen werden im folgenden als Haltetastverhältnis bezeichnet, des Tastverhältnisses ist der Volumenstrom nahezu null. Dieser Bereich entspricht der dritten Steuerstellung 131 des Steuerventils 103, in der beide Arbeitsanschlüsse A, B nicht in Verbindung mit dem Zulaufanschluss P stehen.

[0046] Wird der Wert des Tastverhältnisses ausgehend vom Wert TV 4 weiter bis 100% erhöht, so nimmt der Volumenstrom vom Zulaufanschluss P zu den Druckkammer 106, 107 zunächst stetig zu. Der Volumenstrom kann bis zu einem Tastverhältnis von 100% stetig steigen, oder aber Konstruktiv bedingt ein Maximum durchlaufen. Dieser Bereich entspricht der vierten Steuerstellung 132 des Steuerventils 103, in der Druckmittel vom Zulaufanschluss P zum ersten Arbeitsanschluss A geleitet wird, während die Verbindung zwischen dem Zulaufanschluss P und dem zweiten Arbeitsanschluss B blockiert ist.

[0047] Neben dem Vorteil, dass bei Ausfall der Stelleinheit 112 bei einem Neustart der Brennkraftmaschine die hydraulische Stellvorrichtung 102 in einer Mittenlage verriegelt wird und diese Verriegelung gehalten wird, ermöglicht die erfindungsgemäße Vorrichtung 101 bei intakter Stelleinheit 112 eine Verriegelung der hydraulischen Stellvorrichtung 102 in der Mittenposition beim Ab-

schalten der Brennkraftmaschine bzw. ein Positionieren der hydraulischen Stellvorrichtung 102 derart, dass beim Neustart der Brennkraftmaschine die hydraulische Stellvorrichtung 102 in die Mittenposition gebracht und dort verriegelt wird. Dies hat den Vorteil, dass während des Anlassvorgangs, in dem die Vorrichtung 101 noch nicht ausreichend mit Druckmittel befüllt ist, die hydraulische Stellvorrichtung 102 sicher in der Mittenlage verriegelt ist, wodurch ein Anschlagen des verschiebbaren Elements 105 an einer Seitenwand des Druckraums 104 vermieden wird, wodurch erhöhter Verschleiß und Geräuschentwicklung vermieden wird.

[0048] Zum Betrieb der Brennkraftmaschine müssen die verschiedenen Tastverhältnisse, insbesondere TV1 bis TV3 und das Haltetastverhältnis TV_{Halte} dem Motorsteuergerät bekannt sein. Das Haltetastverhältnis wird standardmäßig vom Motorsteuergerät ermittelt und in einer Speichereinheit abgelegt. Zur Ermittlung von TV1, TV2 und TV3 sind zwei Möglichkeiten denkbar.

Über die konstruktive Auslegung und der daraus folgenden Ventilcharakteristik kann TV1, TV2 und TV3 in direkter Abhängigkeit vom Haltetastverhältnis TV_{Halte} bestimmt werden. Die Differenzwinkel Y_1 , Y_2 und Y_3 werden permanent in einer Speichereinheit abgelegt. Das Motorsteuergerät bestimmt in einer frühen Phase des Betriebs der Brennkraftmaschine das Haltetastverhältnis TV_{Halte} . Für TV1, TV2 und TV3 gilt dann:

$$TV1 = TV_{Halte} - Y_1,$$

$$TV2 = TV_{Halte} - Y_2,$$

$$TV3 = TV_{Halte} - Y_3.$$

[0049] Ein zweiter Weg ist, TV1 und TV2, gegebenenfalls nach jedem Neustart, vom Motorsteuergerät ermitteln zu lassen und im Kennfeld abzulegen. Zur Bestimmung von TV1 und TV3 können die Nockenwellenwinkelsignale und Kurbelwellenwinkelsignale genutzt werden. Vor allem die relative Phasenlage der beiden Wellen und die zeitliche Änderung der Phasenlage kann dazu genutzt werden. Beispielsweise kann folgendes Verfahren angewandt werden. Es wird eine Rampe des Tastverhältnisses von 0% ansteigend gefahren. Der Wert TV1 ist erreicht, wenn ein Verstellvorgang startet (an diesem Punkt wird eine der Druckkammern 106, 107 und ein Verriegelungspin 110, 111 mit Druckmittel beaufschlagt und die hydraulische Stellvorrichtung verstellt, was über Nockenwellenwinkelsensoren und Kurbelwellenwinkelsensoren detektiert werden kann). Der Wert TV3 ist erreicht, wenn eine maximale Verstellgeschwindigkeit überschritten ist. TV2 ist erreicht, wenn die Phasenlage kon-

stant gehalten wird. Die ermittelten Werte werden anschließend in einem Speicher abgelegt.

[0050] Figur 7 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Steuerung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 101 während eines Stoppvorgangs der Brennkraftmaschine, durch das die hydraulische Stellvorrichtung 102 in eine Position gebracht wird, in der sie nach dem Stopp der Brennkraftmaschine entweder verriegelt ist oder sich in einer Position befindet von der sie nach dem Neustart der Brennkraftmaschine direkt in die Mittenposition verschoben und dort verriegelt wird.

Bei Einleiten des Stoppvorgangs der Brennkraftmaschine ist die Drehzahl $n > \text{Null}$. Die Phasenlage φ zwischen der Nockenwelle und der Kurbelwelle wird mit Hilfe des Steuerventils 103 in eine Abstellphasenlage gebracht, die um einen definierten Betrag X von der Verriegelungsphasenlage φ_{Mitte} abweicht. Die Abstellphasenlage liegt für eine Vorrichtung 101, die ohne Kompensationsfeder ausgeführt ist, relativ zur Verriegelungsphasenlage φ_{Mitte} in Richtung früh verschoben. Gleiches gilt für eine Vorrichtung 101, die mit einer Kompensationsfeder ausgerüstet ist, deren Drehmoment aber kleiner als das Schleppmoment der Nockenwelle. Für eine Vorrichtung 101 mit einer Kompensationsfeder, die ein Drehmoment ausübt, welches größer ist als das Schleppmoment der Nockenwelle, liegt die Abstellphase relativ zur Verriegelungsphasenlage φ_{Mitte} in Richtung spät verschoben. Ist die vorbestimmte Abstellphasenlage erreicht so wird die Zündung ausgeschaltet und der Wert des Tastverhältnisses wird derart eingestellt, dass diese Phasenlage φ sicher gehalten wird. Im Falle einer Einstellung einer nach früh verschobenen Abstellphasenlage liegt das Tastverhältnis also zwischen TV 2 und 100 %, im Falle einer Abstellphasenlage welche relativ zur Verriegelungsphasenlage φ_{Mitte} nach spät verstellt ist zwischen TV 4 und TV3. Dieses Tastverhältnis wird solange gehalten, bis die Drehzahlsensoren die Drehzahl Null melden. Danach wird das eingestellte Tastverhältnis für eine bestimmte Zeitspanne Y gehalten bevor schließlich die Stelleinheit 112 stromlos gehalten wird. Die Haltezeit von Y verhindert, dass während der letzten Umdrehung der Brennkraftmaschine, während der der Drehzahlsensor bereits die Drehzahl $n=0$ liefert, aufgrund von Druckschwankungen durch die Wechselmomente die Verriegelungspins 110, 111 entriegelt und das bewegbare Element 105 über die Mittenlage in die falsche Position geschoben wird.

Die hydraulische Stellvorrichtung 102 befindet sich nun entweder aufgrund der letzten Umdrehung der Kurbelwelle, im verriegeltem Zustand oder in einer Position in der sie entweder von den Schleppmomenten der Nockenwelle oder dem Drehmoment der Kompensationsfeder beim Anlassen der Brennkraftmaschine automatisch und sofort in die verriegelte Position getrieben wird.

[0051] Figur 3 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Starten einer Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 101, durch das gewährleistet ist, dass eine bereits bestehende bzw. eine wäh-

rend der ersten Umdrehung der Kurbelwelle hergestellte Verriegelung des bewegbaren Elements 105 gehalten wird, bis der Öldruck innerhalb der Brennkraftmaschine auf einen Wert gestiegen ist, der zum sicheren Betrieb der Vorrichtung 101 benötigt wird. Zu Beginn des Startvorgangs ist die Drehzahl n und das Tastverhältnis gleich Null. Solange der Drehzahlsensor eine Drehzahl $n = \text{Null}$ meldet wird das Tastverhältnis zwischen Null % und dem Wert TV 1 gehalten. Meldet der Drehzahlsensor eine Drehzahl $> \text{Null}$, so wird der Wert eines Öldrucksensor ausgelesen. Solange der Wert des Öldrucks p kleiner einem bestimmten minimalen Wert p_{min} ist, welcher nötig ist um die erfindungsgemäße Vorrichtung 101 sicher zu betreiben, wird der Wert des Tastverhältnisses zwischen Null % und dem Wert TV 1 gehalten. Übersteigt der Öldruck p den vorgegebenen Druck geht die Vorrichtung 101 in den geregelten Betrieb über und das Tastverhältnis wird je nach Lastzustand der Maschine zwischen TV 3 und 100 % verstellt.

[0052] Vorgenannte Ausführungen sind nur exemplarisch. Natürlich sind die Arbeitsanschlüsse A, B vertauschbar. Ebenfalls im Schutzzumfang eingeschlossen werden sollen Vorrichtungen 101 mit Mittenlagenverriegelung der hydraulischen Stelleinheit 102, wobei nur ein Verriegelungspin in eine Kulissee oder eine gestufte Kulissee eingreifen kann. Ebenfalls Vorrichtungen mit einer beliebigen Verriegelungsphasenlage mit einem oder mehreren Verriegelungspins. Bei den Betrachtungen zu den Volumenströmen und den Verbindungen zwischen verschiedenen Anschlüssen des Schaltventils wurden Druckverluste auf Grund von Leckage vernachlässigt.

Bezugszeichen

[0053]

1	Vorrichtung
1a	hydraulische Stellvorrichtung
2	Stator
3	Rotor
4	Antriebsrad
5	Ausnehmungen
6	Seitenwand
7	erster Seitendeckel
8	zweiter Seitendeckel
9	Verbindungselement
10	Flügelnut
11	Flügel
12	erste Druckkammer
13	zweite Druckkammer
14	Nutgrund
15	Blattfederelement
16	erste Druckmittelleitung
17	zweite Druckmittelleitung
21	erster Pfeil
22	Zentralbohrung
23	Ausformungen
24	Verriegelungselement

25	Axialbohrung
26	Kolben
27	Feder
28	Entlüftungselement
29	Kulisse
30	Aussparung
101	Vorrichtung
102	hydraulische Stellvorrichtung
103	Steuerventil
104	Druckraum
105	Element
106	erste Druckkammer
107	zweite Druckkammer
108	erste Kulisse
109	zweite Kulisse
110	erster Verriegelungspin
111	zweiter Verriegelungspin
112	Stelleinheit
113	erstes Federelement
114	Ventilkörper
115	erste Druckmittelleitung
116	zweite Druckmittelleitung
117	Druckmittelreservoir
118	Druckmittelpumpe
119	Filter
120	Rückschlagventil
121	dritte Druckmittelleitung
122	vierte Druckmittelleitung
126	zweiter Pfeil
127	erste Feder
128	dritter Pfeil
129	zweite Feder
130	zweite Steuerstellung
131	dritte Steuerstellung
132	vierte Steuerstellung
133	Spätanschlagerste Steuerstellung
140	Ventilgehäuse
141	Steuerkolben
142	Ringnut
143	Ringnut
144	Ringnut
145	erste Radialöffnungen
146a	zweite Radialöffnungen
146	zweites Federelement
147	Stößelstange
148	erster Endanschlag
149	zweiter Endanschlag
150	erster Ringsteg
151	zweiter Ringsteg
152	erste Steuerkante
153	zweite Steuerkante
154	dritte Steuerkante
155	vierte Steuerkante
156	vierte Ringnut
157	dritter Ringsteg
P	Zulaufanschluss
T	Ablaufanschluss
A	erster Arbeitsanschluss

	B	zweiter Arbeitsanschluss
	φ	Phasenlage
	φ_{mitte}	Verriegelungsphasenlage
	X	Betrag
5	Y_1	Differenzwinkel
	Y_2	Differenzwinkel
	Y_3	Differenzwinkel
	TV_{Halte}	Haltetastverhältnis
	p_{min}	Öldruck
10		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Vorrichtung (101) zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine während des Startvorgangs der Brennkraftmaschine mit
 - einer hydraulischen Stellvorrichtung (102), die zwei gegeneinander wirkende Druckkammern (106, 107) aufweist,
 - wobei durch Zu- bzw. Abfuhr von Druckmittel zu und von den Druckkammern (106, 107) eine Phasenlage (φ) einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle gehalten bzw. gezielt verändert werden kann,
 - und mit einem Steuerventil (103) mit zwei Arbeitsanschlüssen (A, B), einem Ablauf- (T) und einem Zulaufanschluss (P), wobei der erste Arbeitsanschluss (A) mit der ersten Druckkammer (106), der zweite Arbeitsanschluss (B) mit der zweiten Druckkammer (107) und der Ablaufanschluss (T) mit einem Tank kommuniziert und der Zulaufanschluss (P) mit Druckmittel beaufschlagt wird,
 - wobei das Steuerventil (103) mittels einer Stelleinheit (112) in vier Steuerstellungen (103, 131, 132, 140) gebracht werden kann,
 - wobei in einer ersten Steuerstellung (140) des Steuerventils (103), weder der erste Arbeitsanschluss (A) noch der zweite Arbeitsanschluss (B) mit dem Zulaufanschluss (P) kommuniziert,
 - in einer zweiten Steuerstellung (130) des Steuerventils (103) der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem Ablaufanschluss (T) und der zweite Arbeitsanschluss (B) mit dem Zulaufanschluss (P) kommuniziert,
 - in einer dritten Steuerstellung (131) des Steuerventils (103) der erste und der zweite Arbeitsanschluss (A, B) weder mit dem Ablaufanschluss (T) noch mit dem Zulaufanschluss (P) kommuniziert oder der erste und der zweite Arbeitsanschluss (A, B) ausschließlich mit dem Zulaufanschluss (P) kommuniziert,
 - in einer vierten Steuerstellung (132) des Steuerventils (103) der zweite Arbeitsanschluss (B) mit dem Ablaufanschluss (T) und der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem Zulaufanschluss (P)

kommuniziert, **dadurch gekennzeichnet, dass** folgende Verfahrensschritte in der aufgeführten Reihenfolge durchgeführt werden:

- Einstellen der ersten Steuerstellung
- Detektion der Drehzahl n der Kurbelwelle oder der Nockenwelle, 5
- ist die Drehzahl $n > 0$: Detektion des Druckmitteldrucks p ,
- ist der Druckmitteldruck p größer als ein vorbestimmter Wert: Einstellen von Steuerstellungen nach dem in der Steuereinheit abgelegtem Kennfeld. 10

15

20

25

30

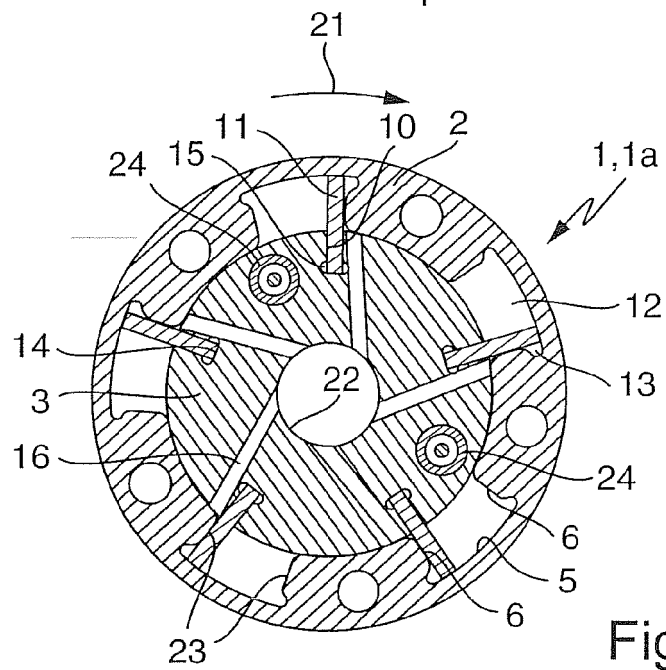
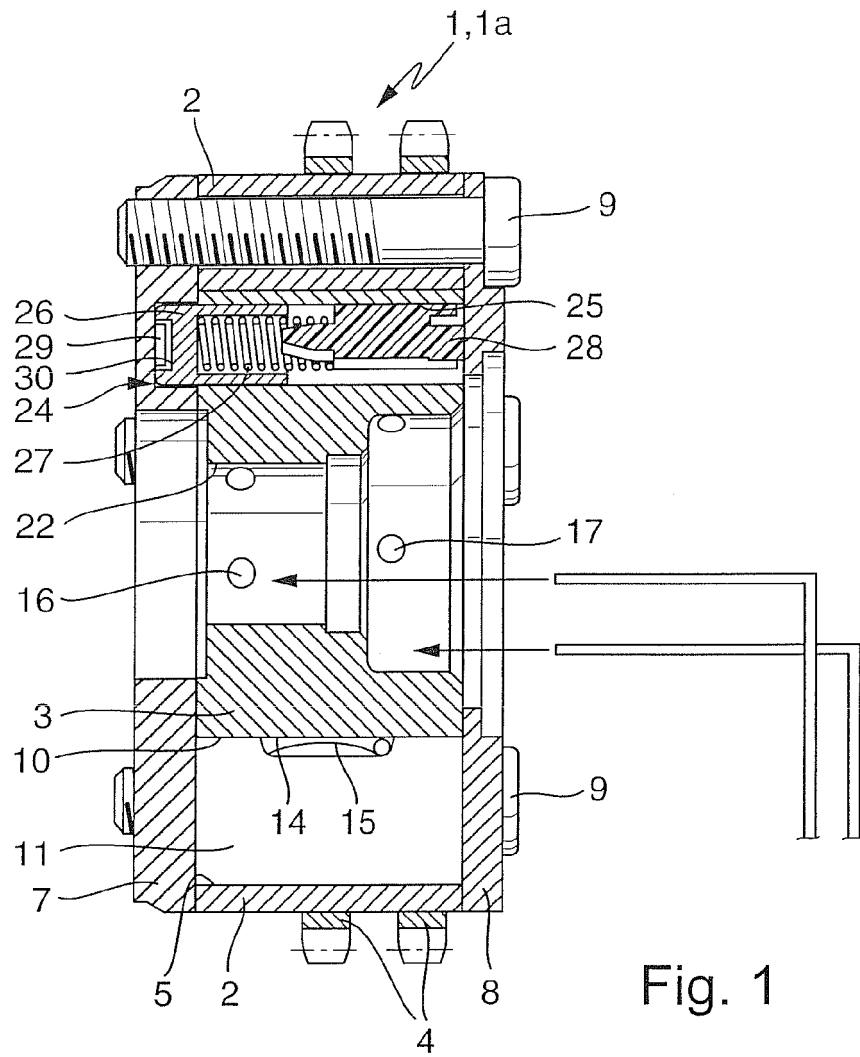
35

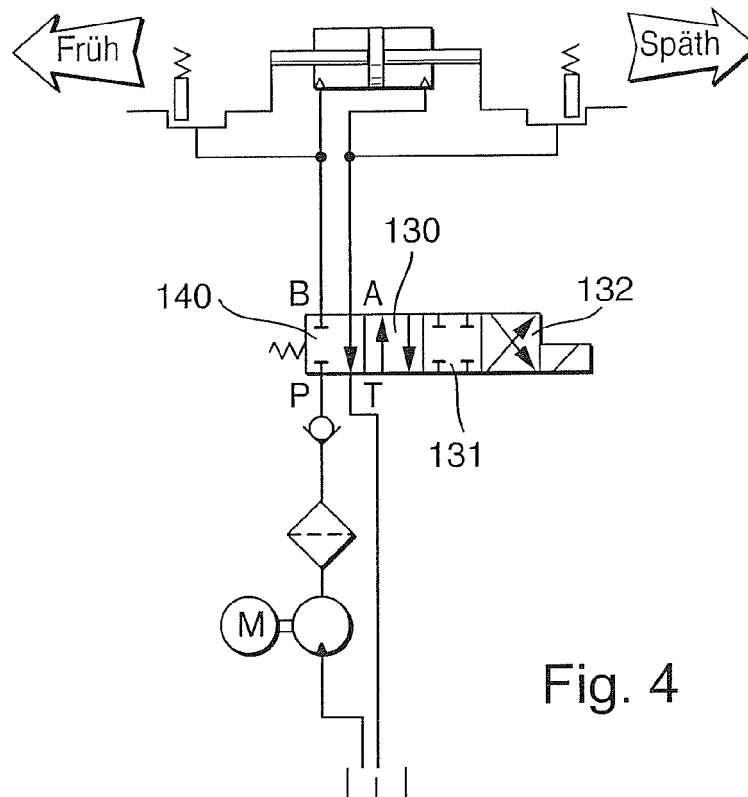
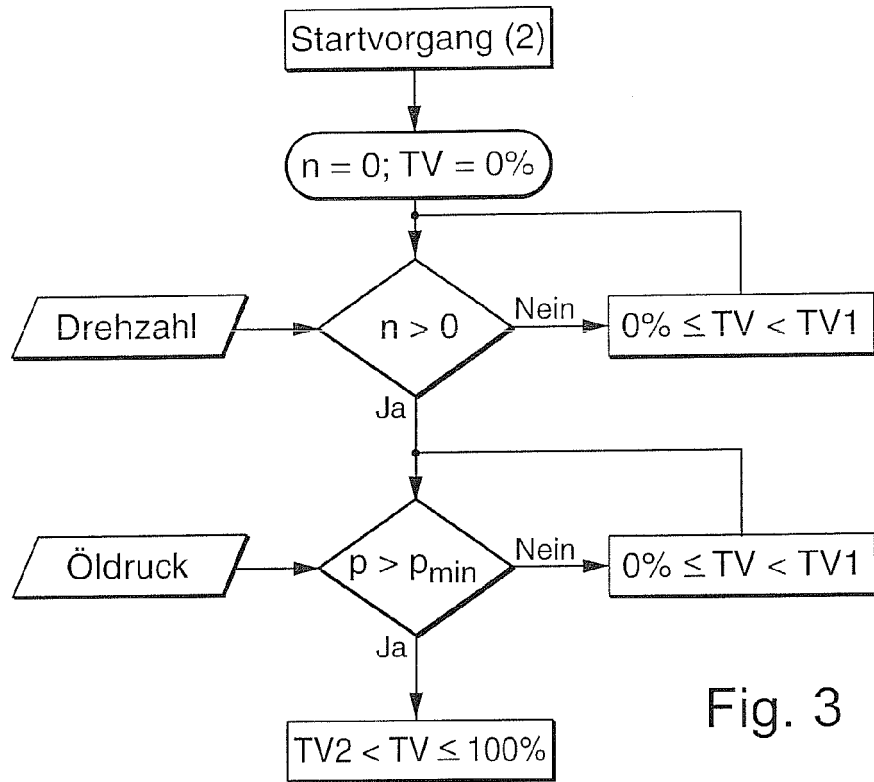
40

45

50

55





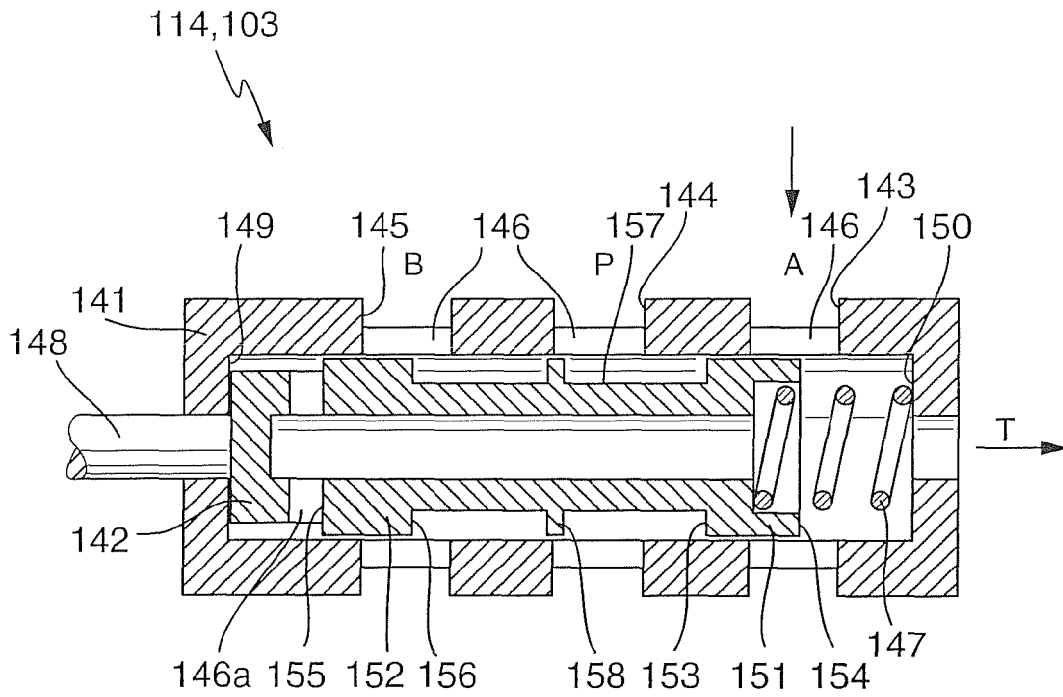


Fig. 5a

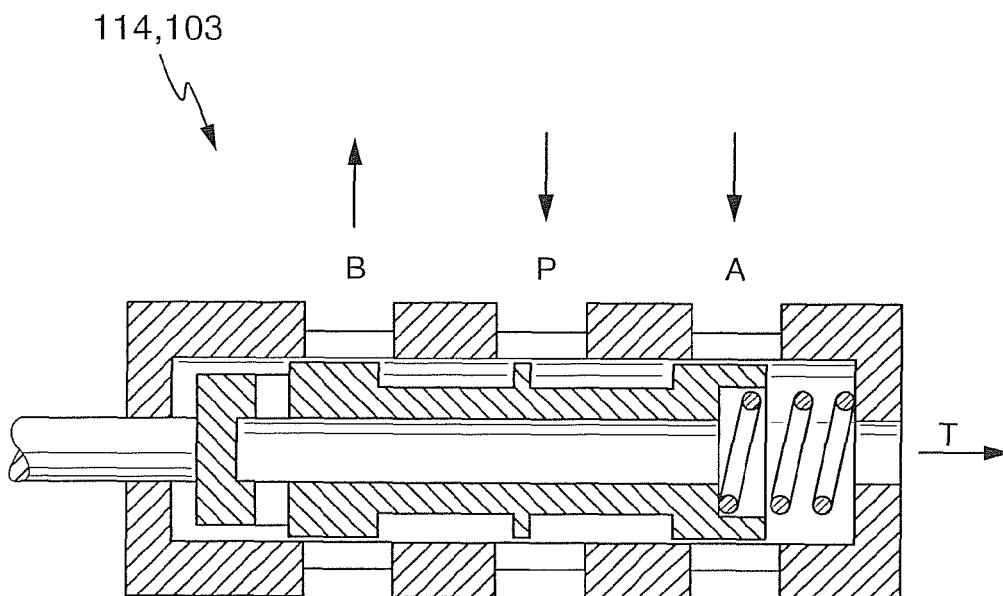


Fig. 5b

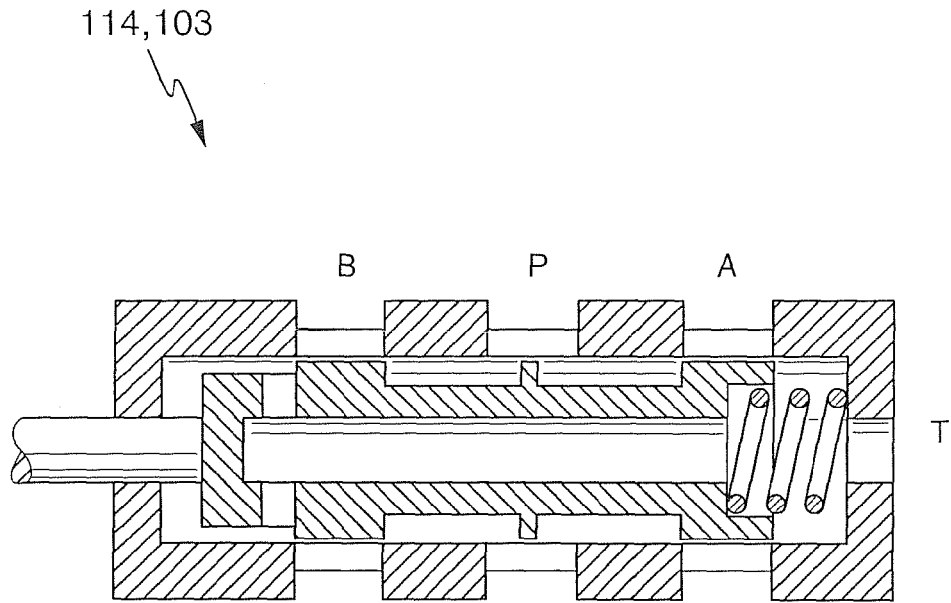


Fig. 5c

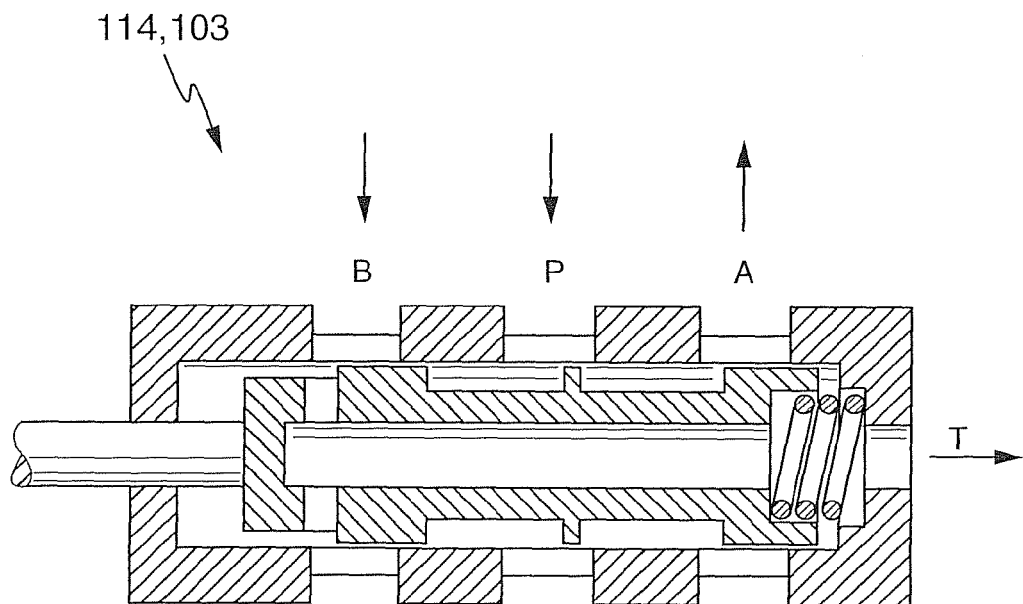


Fig. 5d

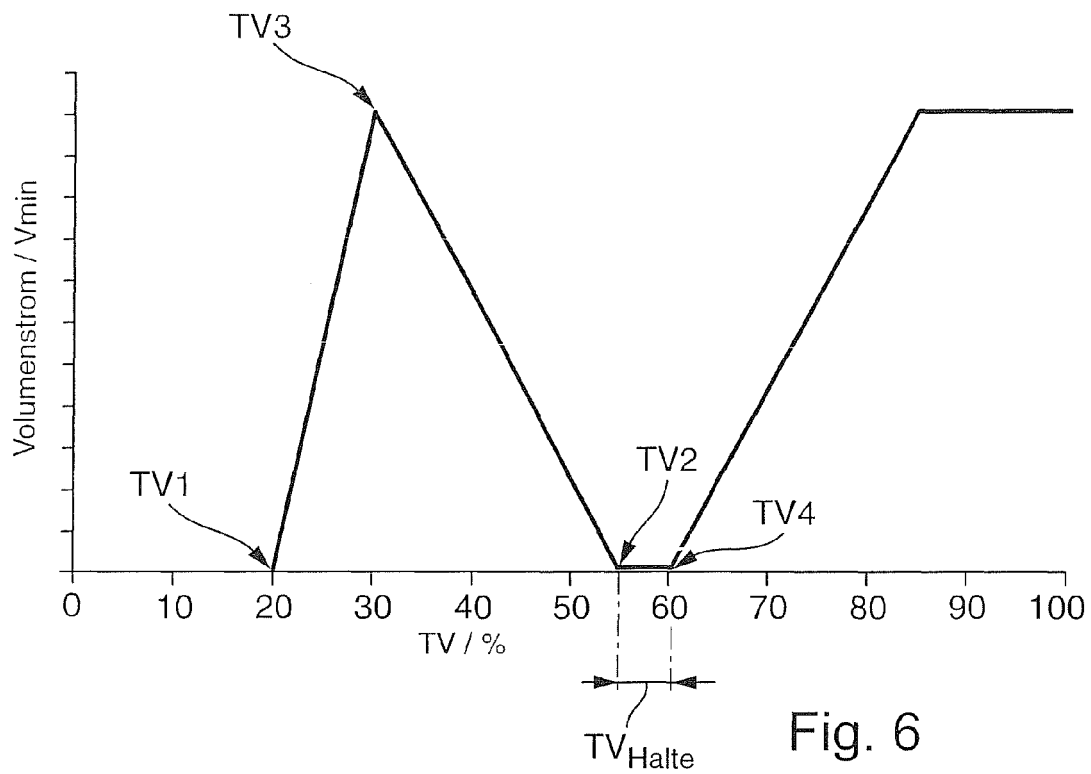


Fig. 6

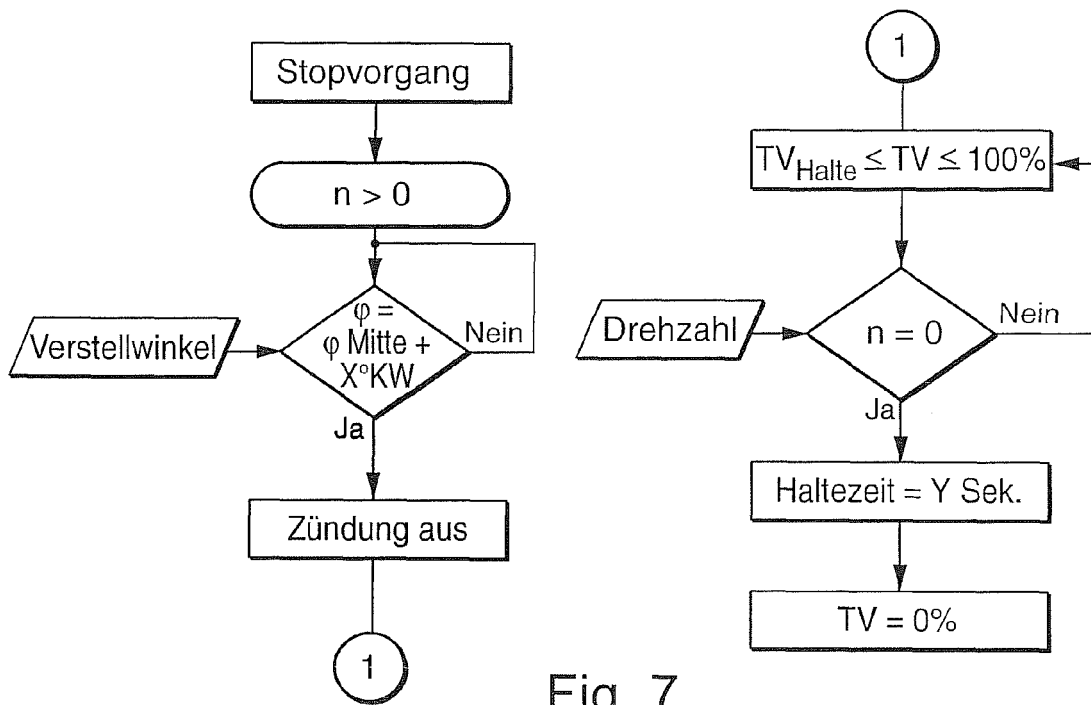


Fig. 7

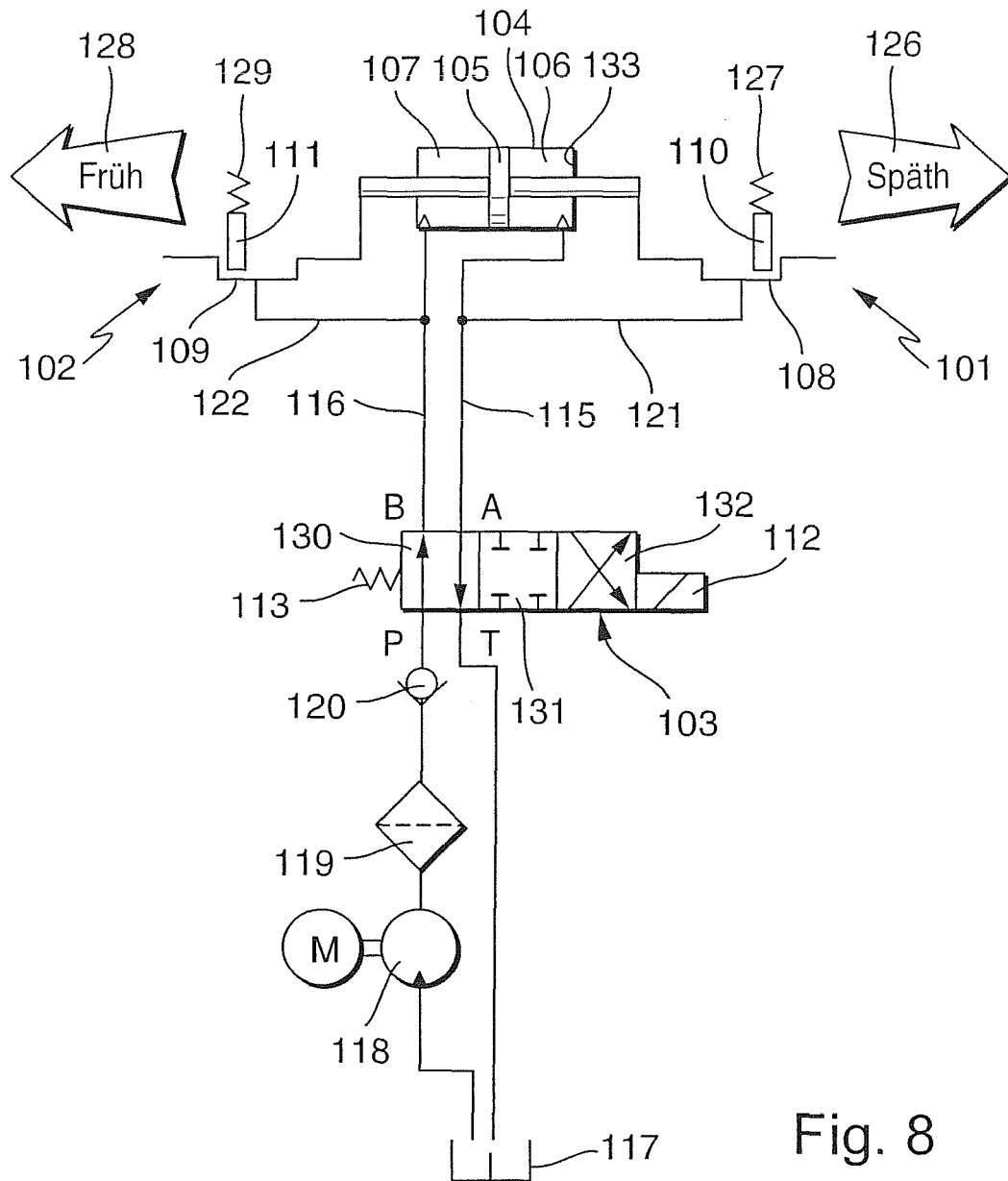


Fig. 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 15 0439

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 198 53 670 A1 (MANNESMANN REXROTH AG) 25. Mai 2000 (2000-05-25) * Zusammenfassung * * Abbildung 3 *	1	INV. F01L1/34 F01L1/344 F01L13/00
A	DE 100 64 222 A1 (AISIN SEIKI K.K., KARIYA) 16. August 2001 (2001-08-16) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1	
A	US 6 062 182 A (OGAWA ET AL) 16. Mai 2000 (2000-05-16) * Zusammenfassung * * Abbildung 2 *	1	
A	US 6 053 139 A (EGUCHI ET AL) 25. April 2000 (2000-04-25) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 *	1	
A	US 6 058 897 A (NAKAYOSHI ET AL) 9. Mai 2000 (2000-05-09) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01L
A	US 2003/221648 A1 (ICHIMOTO KAZUHIRO ET AL) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) * Zusammenfassung *	1	
A	US 5 878 782 A (NAKAJIMA ET AL) 9. März 1999 (1999-03-09) * das ganze Dokument *	1	
A	US 2002/139332 A1 (TAKENAKA AKIHIKO ET AL) 3. Oktober 2002 (2002-10-03) * das ganze Dokument *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. März 2008	Prüfer Paulson, Bo
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>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</p> <p>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</p>			

4
EPO FORM 1503 03.82 (P04003)

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

EP 08 15 0439

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

12-03-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19853670 A1	25-05-2000	KEINE	
DE 10064222 A1	16-08-2001	US 2001015185 A1	23-08-2001
US 6062182 A	16-05-2000	DE 19854891 A1	10-06-1999
US 6053139 A	25-04-2000	DE 19918910 A1	04-11-1999
		JP 3918971 B2	23-05-2007
		JP 11311107 A	09-11-1999
US 6058897 A	09-05-2000	DE 19914767 A1	14-10-1999
		JP 11280427 A	12-10-1999
US 2003221648 A1	04-12-2003	DE 10324416 A1	08-01-2004
		FR 2840360 A1	05-12-2003
		JP 4007071 B2	14-11-2007
		JP 2003343294 A	03-12-2003
US 5878782 A	09-03-1999	DE 19637174 A1	27-03-1997
		FR 2738610 A1	14-03-1997
		JP 3666072 B2	29-06-2005
		JP 9079395 A	25-03-1997
US 2002139332 A1	03-10-2002	DE 10213831 A1	07-11-2002

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10064222 A1 [0013]
- DE 19853670 A1 [0015]