



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.11.2005 Patentblatt 2005/46

(51) Int Cl.7: **F01L 1/344, F01L 1/34**

(21) Anmeldenummer: **05007929.2**

(22) Anmeldetag: **12.04.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

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

(72) Erfinder:
• **Strauss, Andreas**
91301 Forchheim (DE)
• **Röhr, Andreas**
91336 Heroldsbach (DE)
• **Hoppe, Jens**
91056 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **14.05.2004 DE 102004023976**
06.08.2004 DE 102004038252

(54) **Steuerventil für eine Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft Steuerventil (18) für eine Vorrichtung (1) zur Veränderung der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine mit einem im wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführten Ventilgehäuse (34), einem innerhalb des Ventilgehäuses (34) angeordneten und axial verschiebbaren Steuerkolben (37), einem Druckmittelanschluss (P), zwei Arbeitsanschlüssen (A, B), mindestens einem Tankanschluss (T_1), wobei die Arbeitsan-

schlüsse (A, B) der Druckmittelanschluss (P) und der Tankanschluss (T_1) als radiale Anschlüsse ausgebildet sind und die Arbeitsanschlüsse (A, B) mit dem Druckmittelanschluss (P) und dem Tankanschluss (T_1) durch axiales Verschieben des Steuerkolbens (37) innerhalb des Ventilgehäuses (34) verbindbar sind. Erfindungsgemäß sind die Arbeitsanschlüsse (A, B) benachbart angeordnet

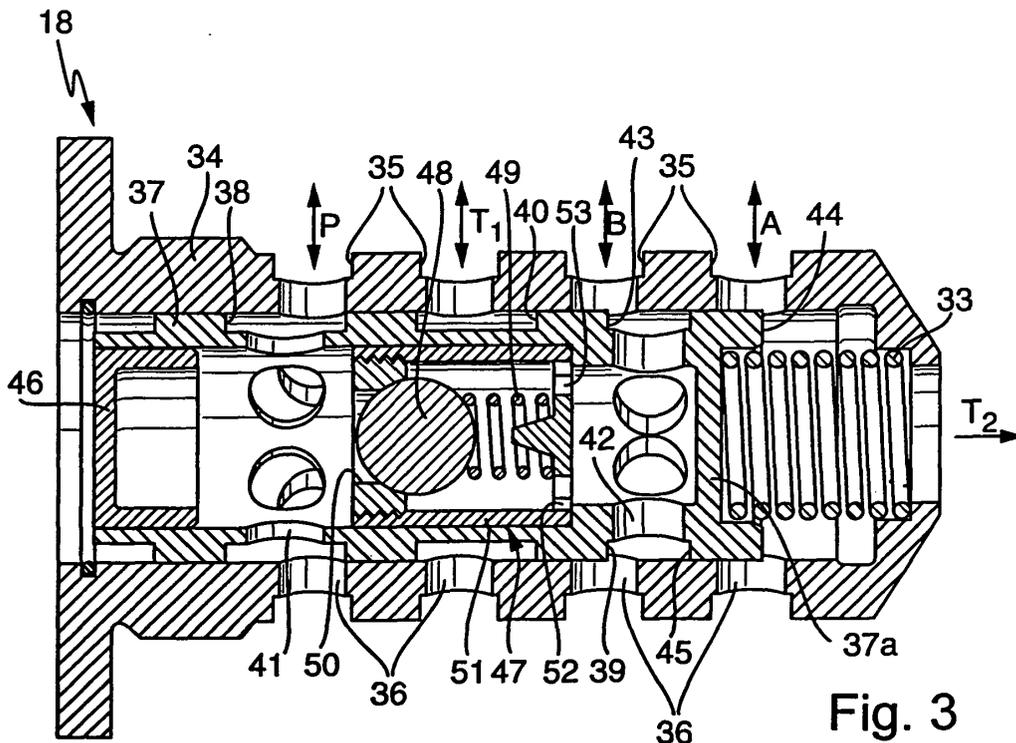


Fig. 3

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Steuerventil für eine Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine mit einem im wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführten Ventilgehäuse, einem innerhalb des Ventilgehäuses angeordneten und axial verschiebbaren Steuerkolben, einem Druckmittelanschluss, zwei Arbeitsanschlüssen und mindestens einem Tankanschluss, wobei die Arbeitsanschlüsse der Druckmittelanschluss und der Tankanschluss als radiale Anschlüsse ausgebildet sind und die Arbeitsanschlüsse mit dem Druckmittelanschluss und dem Tankanschluss durch axiales Verschieben des Steuerkolbens innerhalb des Ventilgehäuses verbindbar sind.

[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, Schleppebeln 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 elektrohydraulische 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 Gaswechselventilsteuerzeiten 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 Auslassgaswechselventile 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 Kurbelwellen 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 wird 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 Druckmittel tank getrennt sind.

[0013] In der DE 102 15 939 C1 ist ein derartiges Steuerventil dargestellt. Es besteht im Wesentlichen aus einem elektromagnetischen Stellantrieb, einem hohlzylindrisch ausgeführten Ventilgehäuse und einem ebenfalls im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführten, innerhalb des Ventilgehäuses axial verschiebbaren Steuerkolben. Der Steuerkolben kann mittels des Stellantriebs, der gegen ein Federelement wirkt, innerhalb des Ventilgehäuses in jede beliebige Stellung verschoben werden.

In die Außenmantelfläche des Ventilgehäuses sind drei axial zueinander beabstandete Ringnuten eingebracht, in die mehrere in das Innere des Ventilgehäuses mündende Radialöffnungen eingearbeitet sind. Jede Ringnut bildet mit den korrespondierenden Radialöffnungen einen radialen Anschluss.

Der hohlzylindrisch ausgeführte Steuerkolben ist an seiner Außenmantelfläche mit einer Ringnut versehen. Je zwei benachbarte Anschlüsse können mittels dieser Ringnut, abhängig von der Stellung des Steuerkolbens relativ zum Ventilgehäuse, miteinander kommunizieren. Weiterhin ist ein vierter, in axialer Richtung verlaufender Anschluss vorgesehen.

Aufgrund der Geometrie des Steuerkolbens ist es im vorliegenden Fall zwingend notwendig, dass die in axialer Richtung des Steuerventils gesehenen äußeren radialen Anschlüsse als Arbeitsanschlüsse genutzt werden, während der mittlere Anschluss als Druckmittel- oder Tankanschluss genutzt wird.

[0014] Nachteilig wirkt sich in dieser Ausführungsform der Umstand aus, dass innerhalb des Steuerkolbens nur schwer zusätzliche Bauteile, wie beispielsweise Filter oder Rückschlagventile, zwischen dem Druckmittelanschluss und den Arbeitsanschlüssen integriert werden können. Weiterhin müssen jeweils zwei dieser Bauteile eingesetzt werden, was zu höheren Gesamtkosten und zu einem höheren Gewicht der Vorrichtung führt.

Speziell für den Einsatz als Zentralventil, bei dem das Steuerventil innerhalb einer Zentralbohrung des Abtriebsteils eines Nockenwellenverstellers angeordnet ist, ist diese Art von Ventil ungeeignet, da die Druckmittelzufuhr bzw. Druckmittelabfuhr zum Druckmittelanschluss bzw. Tankanschluss durch das Abtriebsteil zu erfolgen hat. Daraus resultieren Mehrkosten bei der Produktion dieses Bauteils. Weiterhin wird durch die Anordnung des Druckmittelanschlusses bzw. des Tankanschlusses zwischen den Arbeitsanschlüssen die minimale axiale Baubreite des Nockenwellenverstellers unnötig vergrößert.

Zusammenfassung der Erfindung

[0015] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrun-

de diese geschilderten Nachteile zu vermeiden und somit ein hydraulisches Steuerventil zu schaffen, wobei innerhalb des Steuerventils leicht zusätzliche Bauteile integriert werden können und welches sich in der Ausführungsform als Zentralventil nicht nachteilig auf die Kosten oder den axialen Bauraum des Nockenwellenverstellers auswirkt. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass in axialer Richtung des Steuerventils die Anschlüsse in der Reihenfolge Druckmittelanschluss, Tankanschluss, Arbeitsanschluss, Arbeitsanschluss angeordnet sind.

In einer alternativen Ausführungsform sind in axialer Richtung des Steuerventils die Anschlüsse in der Reihenfolge Tankanschluss, Druckmittelanschluss, Arbeitsanschluss, Arbeitsanschluss angeordnet.

Durch die Ausführung des Steuerventils mit unmittelbar benachbarten Arbeitsanschlüssen und sich axial daran anschließenden Tank- und Druckmittelanschlüssen kann der Nockenwellenversteller derart ausgebildet sein, dass er sich in axialer Richtung nur im Bereich der beiden Arbeitsanschlüsse erstreckt, wodurch der axiale Bauraum des Nockenwellenversteller auf ein Minimum reduziert werden kann.

Da der Tank- und der Druckmittelanschluss somit außerhalb des Nockenwellenverstellers angeordnet sind, ist keine aufwändige Zu- bzw. Ableitung des Druckmittels durch das Abtriebsteil des Nockenwellenverstellers nötig, wodurch der Nockenwellenversteller kostengünstiger gefertigt werden kann.

[0016] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Steuerkolben hohl ausgeführt. Der Druckmittelanschluss kommuniziert über zweite Öffnungen, die in die Mantelfläche des Steuerkolbens eingebracht sind, in jeder Stellung des Steuerkolbens relativ zum Ventilgehäuse mit dem Inneren des Steuerkolbens. Weiterhin kommuniziert abhängig von der Stellung des Steuerkolbens zum Ventilgehäuse einer oder keiner der Arbeitsanschlüsse mit dem Inneren des Steuerkolbens, oder es kommuniziert abhängig von der Stellung des Steuerkolbens zum Ventilgehäuse einer der Arbeitsanschlüsse oder beide Arbeitsanschlüsse mit dem Inneren des Steuerkolbens.

Druckmittel wird in dieser Anordnung über den Druckmittelanschluss und die zweiten Öffnungen in das Innere des Steuerkolbens geleitet und gelangt von dort, abhängig von der Stellung des Steuerkolbens relativ zum Ventilgehäuse, zu den axial hintereinander angeordneten Arbeitsanschlüssen. Bauteile, wie Rückschlagventile zwischen den Arbeitsanschlüssen und dem Druckmittelanschluss oder Filter zwischen dem Druckmittelanschluss und den Arbeitsanschlüssen können in dem Bauraum innerhalb des Steuerkolbens zwischen den Anschlüssen angeordnet werden, wobei jeweils nur ein Bauteil angeordnet werden muss um für beide Arbeitsanschlüsse aktiv zu werden.

[0017] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist zwischen dem Druckmittelanschluss und den Arbeitsanschlüssen ein Rückschlagventil angeordnet.

Während des Betriebs der Brennkraftmaschine ist das hydraulische System des Nockenwellenverstellers aufgrund der Wechselmomente der Nockenwelle hohen Druckpulsationen ausgesetzt. Diese Druckspitzen können zur Beschädigung der Druckmittelpumpe oder anderer Komponenten des Riemen- oder Kettentriebs führen. Um das Einleiten dieser Druckspitzen in das Hydrauliksystem der Brennkraftmaschine zu verhindern ist vorgesehen ein Rückschlagventil zwischen den Arbeitsanschlüssen und dem Druckmittelanschluss des Ventils anzuordnen. Diese Anordnung ist speziell für Nockenwellenversteller mit Zentralventil geeignet, da diese Position des Rückschlagventils den geringstmöglichen Abstand zum Entstehungsort der Druckpulsationen aufweist.

Durch die Anordnung des Rückschlagventils innerhalb des Steuerventils wird die Drehsteifigkeit des Verstellers und damit seine Positionsstabilität erhöht.

20 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den Zeichnungen, in denen Ausführungsbeispiele der Erfindung vereinfacht dargestellt sind. Es zeigen:

- Figur 1 einen Längsschnitt durch eine Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine mit Druckmittelkreislauf,
- Figur 2 einen Querschnitt durch die in Figur 1 dargestellte Vorrichtung entlang der Linie II-II,
- Figur 3 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Steuerventil.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

[0019] Die Figuren 1 und 2 zeigen eine Vorrichtung 1 zur Veränderung der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine. Die Vorrichtung 1 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 Ver-

bindungselementen 9, beispielsweise Schrauben, verbunden.

[0020] 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.

[0021] Mittels ersten und zweiten Druckmittelleitungen 16, 17 können die ersten und zweiten Druckkammern 12, 13 über ein Steuerventil 18 mit einer Druckmittelpumpe 19 oder einem Tank 20 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 19 und alle zweiten Druckkammern 13 mit dem Tank 20 verbunden werden bzw. die genau entgegengesetzte Konfiguration. Werden die ersten Druckkammern 12 mit der Druckmittelpumpe 19 und die zweiten Druckkammern 13 mit dem Tank 20 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 Pfeil 21 dargestellten Richtung. Durch das Verschieben der Flügel 11 wird der Rotor 3 relativ zum Stator 2 verdreht.

[0022] Der Stator 2 wird in der dargestellten Ausführungsform mittels eines an seinem Antriebsrad 4 angreifenden, 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.

[0023] 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 äußerer Mantelfläche erstrecken. Innerhalb der Zentralbohrung 22 kann ein nicht dargestelltes Zentralventil angeordnet sein, über welches die Druckkammern 12, 13 gezielt mit

der Druckmittelpumpe 19 bzw. dem Tank 20 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 18 verbindet.

[0024] 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.

[0025] 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 ist in der Vorrichtung 1 ein Verriegelungselement 24 vorgesehen. Dazu ist in einer Axialbohrung 25 des Rotors 3 ein topfförmiger Kolben 26 angeordnet, welcher durch eine Feder 27 in axialer Richtung mit einer Kraft beaufschlagt wird. 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. Im ersten Seitendeckel 7 ist eine Kulisse 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 wird der Kolben 26 bei ungenügender Druckmittelversorgung der Vorrichtung 1 mittels der Feder 27 in die Kulisse 29 gedrängt. Weiterhin sind Mittel vorgesehen, um den Kolben 26 bei ausreichender Versorgung der Vorrichtung 1 mit Druckmittel in die Axialbohrung 25 zurückzudrängen und damit die Verriegelung aufzuheben. Dies wird üblicherweise mit Druckmittel bewerkstelligt, welches über nicht dargestellte Druckmittelleitungen in eine Aussparung 30 geleitet wird, welche am deckelseitigen Stirnende des Kolbens 26 ausgebildet ist. Um Leckageöl aus dem Federraum der Axialbohrung 25 ableiten zu können ist das Entlüftungselement 28 mit axial verlaufenden Nuten versehen, entlang derer das Druck-

mittel zu einer Bohrung im zweiten Seitendeckel 8 geleitet werden kann.

[0026] In Figur 1 ist zusätzlich der Druckmittelkreislauf 31 dargestellt. Aus einem Tank 20 wird mittels einer Druckmittelpumpe 19 ein Druckmittelanschluss P eines Steuerventils 18 mit Druckmittel versorgt. Gleichzeitig wird über einen Tankanschluss T Druckmittel vom Steuerventil 18 in den Tank 20 geleitet. Das Steuerventil 18 besitzt weiterhin zwei Arbeitsanschlüsse A, B. Mittels eines elektromagnetischen Stellgliedes 32, das gegen die Federkraft eines ersten Federelements 33 wirkt, kann das Steuerventil 18 in drei Stellungen gebracht werden. In einer ersten Stellung des Steuerventils 18, die einem unbestromten Zustand des Stellgliedes 32 entspricht, wird der Arbeitsanschluss A mit dem Tankanschluss T und der Druckmittelanschluss P mit dem Arbeitsanschluss B und somit mit der zweiten Druckkammer 13 verbunden. In einer mittleren Stellung sind sowohl der Arbeitsanschluss A als auch der Arbeitsanschluss B sowohl vom Druckmittelanschluss P als auch vom Tankanschluss T getrennt. In einer dritten Stellung des Steuerventils 18 ist der Druckmittelanschluss P mit dem Arbeitsanschluss A und folglich mit der ersten Druckkammer 12 verbunden, während die zweite Druckkammer 13 über den Arbeitsanschluss B mit dem Tankanschluss T verbunden ist.

[0027] In Figur 3 ist ein erfindungsgemäßes Steuerventil 18 im Längsschnitt dargestellt. Das im wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführte Ventilgehäuse 34 ist mit einem radialen Druckmittelanschluss P, einem radialen Tankanschluss T₁, zwei Arbeitsanschlüssen A, B und einem axialen Tankanschluss T₂ versehen. Die radialen Anschlüsse P, T₁, A, B sind als axial zueinander beabstandete erste Ringnuten 35 ausgebildet, die in die Außenmantelfläche des Ventilgehäuses 34 eingebracht sind. Die ersten Ringnuten 35 sind mit mehreren ersten Öffnungen 36 versehen, die in das Innere des Ventilgehäuses 34 münden.

Innerhalb des Ventilgehäuses 34 ist ein ebenfalls im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführter Steuerkolben 37 axial verschiebbar angeordnet. Ein axiales Ende des Steuerkolbens ist mittels eines Wandabschnittes 37a druckdicht begrenzt. Der Wandabschnitt 37a kann einteilig mit dem Steuerkolben oder separat dazu ausgeführt sein. Mittels eines nicht dargestellten Stellgliedes 32 kann der Steuerkolben 37 gegen die Federkraft des ersten Federelements 33 innerhalb zweier Extremwerte in eine beliebige Position gebracht und gehalten werden.

Die Außenmantelfläche des Steuerkolbens 37 ist mit einer zweiten, einer dritten und einer vierten Ringnut 38, 39, 40 versehen. Die zweite und die dritte Ringnut 38, 39 kommunizieren über zweite und dritte Öffnungen 41, 42 mit dem Inneren des Steuerkolbens 37. Die zweite Ringnut 38 ist derart ausgebildet, dass sie in jeder Stellung des Steuerkolbens 37 relativ zum Ventilgehäuse 34 mit den ersten Öffnungen 36 der ersten Ringnut 35 des Druckmittelanschlusses P kommuniziert.

[0028] Während des Betriebs der Brennkraftmaschine gelangt Druckmittel vom Druckmittelanschluss P über die zweite Ringnut 38 und die zweiten Öffnungen 41 in das Innere des Steuerkolbens 37. In der in Figur 3 dargestellten ersten Stellung des Steuerkolbens 37 gelangt das Druckmittel über die dritten Öffnungen 42 und die dritte Ringnut 39 zum Arbeitsanschluss B. Durch Beaufschlagung der zweiten Druckkammern 13 über den Arbeitsanschluss B mit Druckmittel wird Druckmittel aus den zweiten Druckkammern 12 zum Arbeitsanschluss A verdrängt und gelangt über dessen erste Öffnungen 36 zum axial angeordneten Tankanschluss T₂.

Wird das elektromagnetische Stellglied 32 bestromt so wird der Steuerkolben 37 gegen die Federkraft des ersten Federelements 33 verschoben. Als Folge nimmt die Überdeckung der ersten Öffnungen 36 des Arbeitsanschlusses B durch eine erste Steuerkante 43 der dritten Ringnut 39 zu. Gleichermaßen nimmt auch die Überdeckung der ersten Öffnungen 36 des Arbeitsanschlusses A durch eine zweite Steuerkante 44 des Steuerkolbens 37 zu. Erreicht der Steuerkolben 37 eine nicht dargestellte Mittelstellung so ist der Arbeitsanschluss A, durch vollständige Überdeckung der zweiten Steuerkante 44, nicht mehr mit dem axialen Tankanschluss T₂ verbunden. Weiterhin kommuniziert weder der Arbeitsanschluss A noch der Arbeitsanschluss B mit der dritten Ringnut 39.

Alternativ kann der Steuerkolben 37 derart ausgeführt sein, dass in der Mittelstellung beide Arbeitsanschlüsse A, B mit der dritten Ringnut 39 kommunizieren.

Wird der Steuerkolben 37 weiter entgegen der Federkraft des ersten Federelements 33 verschoben so gibt eine dritte Steuerkante 45 die ersten Öffnungen 36 des Arbeitsanschlusses A zur dritten Ringnut 39 frei. Vom Druckmittelanschluss P einströmendes Druckmittel gelangt nun ausschließlich zum Arbeitsanschluss A. Gleichzeitig kommuniziert die vierte Ringnut 40 sowohl mit dem Arbeitsanschluss B als auch mit dem radialen Tankanschluss T₁. Auf diese Weise gelangt Druckmittel von der Druckmittelpumpe 19 in die ersten Druckkammern 12, was zu einer relativen Verdrehung des Rotors 3 zum Stator 2 führt. Das aus den zweiten Druckkammern 13 verdrängte Druckmittel gelangt über den Arbeitsanschluss B und die vierte Ringnut 40 zum radialen Tankanschluss T₁. Die dritte Steuerkante 45 und die vierte Ringnut 40 können derart ausgeführt sein, dass während der Verschiebung des Steuerkolbens 37 zuerst der Arbeitsanschluss A mit der Druckmittelpumpe 19 und dann der Arbeitsanschluss B mit dem Tank 20 verbunden werden. Alternativ könne auch beide Verbindungen gleichzeitig hergestellt werden.

[0029] Der Steuerkolben 37 ist am vom Wandabschnitt 37a abgewandten axialen Ende mittels einer topfförmigen Hülse 46 druckdicht verschlossen. Diese ist im Inneren des Steuerkolbens 37 kraftschlüssig fixiert. Die Hülse 46 kann weiterhin als Angriffspunkt einer nicht dargestellten Stößelstange des Stellgliedes 32

dienen.

[0030] Während des Betriebs der Brennkraftmaschine werden aufgrund der Wechselmomente der Nockenwelle Druckpulsationen innerhalb der Vorrichtung 1 generiert. Dabei treten Druckspitzen auf, die in den Druckmittelkreislauf 31 übertragen werden und andere Verbraucher schädigen können. Dies kann durch die Anordnung eines Rückschlagventils 47 im Druckmittelkreislauf 31 unterbunden werden.

[0031] In einer Ausführungsform des Steuerventils (37) ist das Rückschlagventil 47 zwischen den Arbeitsanschlüssen A, B und dem Druckmittelanschluss P angeordnet. Die axiale Anordnung der Anschlüsse in der Reihenfolge P - T - A - B oder T - P - A - B, wobei die Reihenfolge der Arbeitsanschlüsse A, B beliebig ist, ermöglicht die Anordnung eines Rückschlagventils 47 innerhalb des Steuerkolbens 37. Dabei ist nur ein Rückschlagventil 47 nötig, um den Druckmittelkreislauf 31 zu schützen. Durch die Anordnung des Rückschlagventils 47 innerhalb des Steuerkolbens 37 wird kein zusätzlicher Bauraum benötigt. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass, speziell bei Verwendung des Steuerventils 18 als Zentralventil, die Strecke zwischen dem Ort an dem die Druckpulsationen entstehen und dem Rückschlagventil 47 minimal ist. Druckschwankungen werden praktisch am Entstehungsort abgefangen.

Das Rückschlagventil 47 besteht aus einem federbelasteten Sperrkörper 48, der mittels eines zweiten Federelements 49 in einen Sitz 50 des Rückschlagventils 47 gedrängt wird. Der Sperrkörper 48, das zweite Federelement 49 und der Sitz 50 sind innerhalb eines topfförmigen Gehäuses 51 angeordnet. Das zweite Federelement 49 stützt sich am Boden des Gehäuses 51 ab.

Während der Montage wird das Rückschlagventil 47 in das Innere des Steuerkolbens 37 eingepresst. Dabei sind die Bauteile derart ausgebildet, dass eine druckdichte, kraftschlüssige Verbindung zwischen der inneren Mantelfläche des Steuerkolbens 37 und dem Gehäuse 51 hergestellt wird. Dabei ist es vorteilhaft innerhalb des Steuerkolbens 37 einen Axialanschlag 52 auszubilden, der als Wegbegrenzung beim Einpressen des Rückschlagventils 47 in den Steuerkolben 37 dient. Alternativ kann das Rückschlagventil 47 weggesteuert eingepresst werden.

Vom Druckanschluss P einströmendes Druckmittel gelangt über die zweiten Öffnungen 41 in das Innere des Steuerkolbens 37. Ab einem gewissen Druck wird der Sperrkörper 48 gegen die Federkraft des zweiten Federelements 49 verschoben und das Druckmittel gelangt über vierte Öffnungen 53, die in den Boden des Gehäuses eingebracht sind, zu den dritten Öffnungen 42.

Bezugszeichen

[0032]

1 Vorrichtung

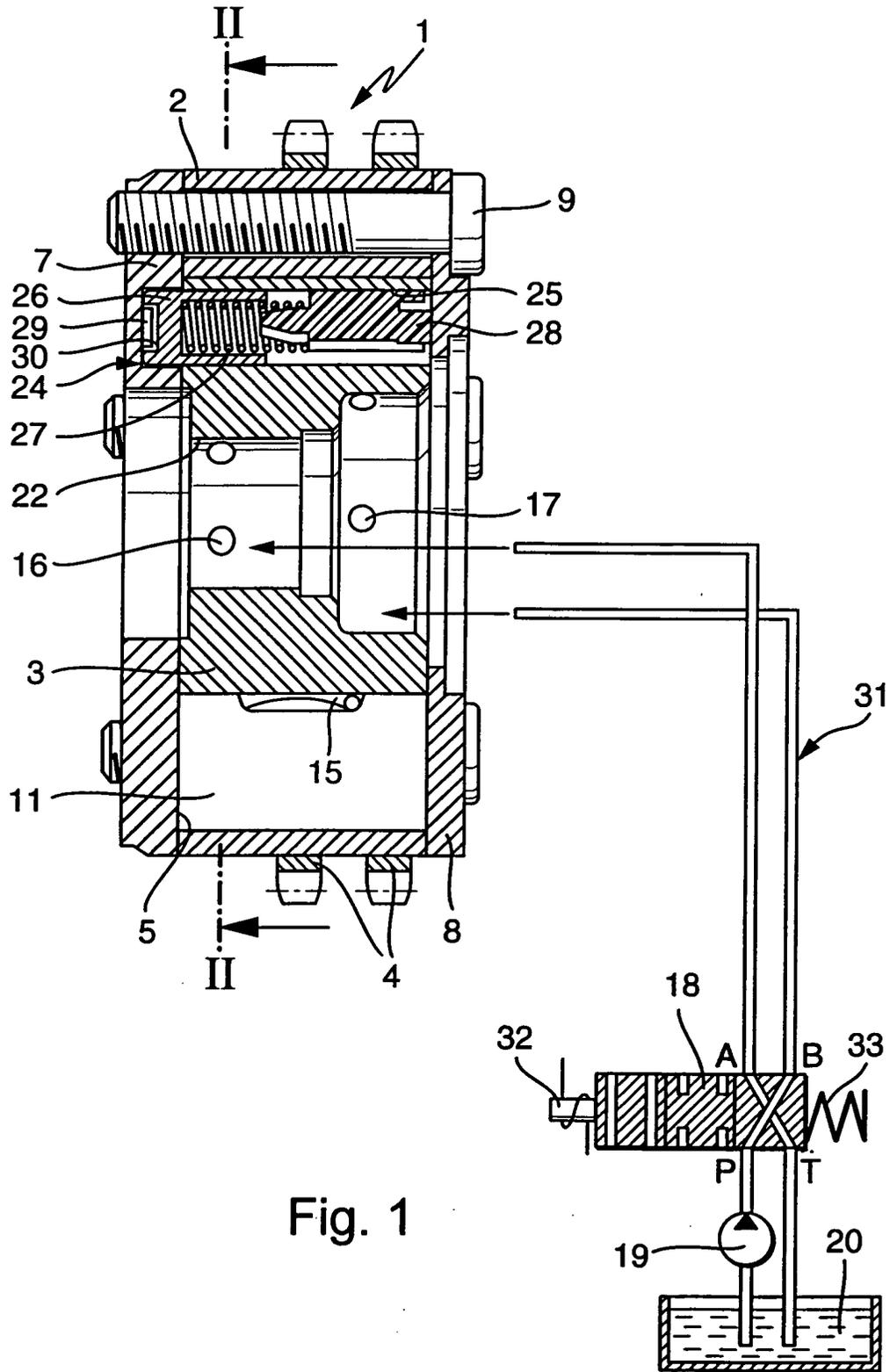
2	Stator
3	Rotor
4	Antriebsrad
5	Ausnehmungen
5 6	Seitenwand
7	erster Seitendeckel
8	zweiter Seitendeckel
9	Verbindungselement
10	Flügelnut
10 11	Flügel
12	erste Druckkammer
13	zweite Druckkammer
14	Nutgrund
15	Blattfederelement
15 16	erste Druckmittelleitung
17	zweite Druckmittelleitung
18	Steuerventil
19	Druckmittelpumpe
20	Tank
20 21	Pfeil
22	Zentralbohrung
23	Ausformungen
24	Verriegelungselement
25	Axialbohrung
25 26	Kolben
27	Feder
28	Entlüftungselement
29	Kulisse
30	Aussparung
30 31	Druckmittelkreislauf
32	Stellglied
33	erstes Federelement
34	Ventilgehäuse
35	erste Ringnut
35 36	erste Öffnungen
37	Steuerkolben
37a	Wandabschnitt
38	zweite Ringnut
39	dritte Ringnut
40	vierte Ringnut
41	zweite Öffnung
42	dritte Öffnung
43	erste Steuerkante
44	zweite Steuerkante
45	dritte Steuerkante
46	Hülse
47	Rückschlagventil
48	Sperrkörper
49	zweites Federelement
50	Sitz
51	Gehäuse
52	Axialanschlag
53	vierte Öffnung
P	Druckmittelanschluss
55 T	Tankanschluss
T ₁	radialer Tankanschluss
T ₂	axialer Tankanschluss
A	erster Arbeitsanschluss

B zweiter Arbeitsanschluss

2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (37) hohl ausgeführt ist.

Patentansprüche

1. Steuerventil (18) für eine Vorrichtung (1) zur Veränderung der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine mit
 - einem im wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführten Ventilgehäuse (34),
 - einem innerhalb des Ventilgehäuses (34) angeordneten und axial verschiebbaren Steuerkolben (37),
 - einem Druckmittelanschluss (P),
 - zwei Arbeitsanschlüssen (A, B),
 - mindestens einem Tankanschluss (T_1),
 - wobei die Arbeitsanschlüsse (A, B) der Druckmittelanschluss (P) und der Tankanschluss (T_1) als radiale Anschlüsse ausgebildet sind und
 - die Arbeitsanschlüsse (A, B) mit dem Druckmittelanschluss (P) und dem Tankanschluss (T_1) durch axiales Verschieben des Steuerkolbens (37) innerhalb des Ventilgehäuses (34) verbindbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - in axialer Richtung des Steuerventils (18) die Anschlüsse in der Reihenfolge Druckmittelanschluss (P), Tankanschluss (T), Arbeitsanschluss (A, B), Arbeitsanschluss (A, B) angeordnet sind.
2. Steuerventil (18) für eine Vorrichtung (1) zur Veränderung der Steuerzeiten einer Brennkraftmaschine mit
 - einem im wesentlichen zylindrisch ausgeführten Ventilgehäuse (34),
 - einem innerhalb des Ventilgehäuses (34) angeordneten und axial verschiebbaren Steuerkolben (37),
 - einem Druckmittelanschluss (P),
 - zwei Arbeitsanschlüssen (A, B),
 - mindestens einem Tankanschluss (T_1),
 - wobei die Arbeitsanschlüsse (A, B) der Druckmittelanschluss (P) und der Tankanschluss (T_1) als radiale Anschlüsse ausgebildet sind und
 - die Arbeitsanschlüsse (A, B) mit dem Druckmittelanschluss (P) und dem Tankanschluss (T_1) durch axiales Verschieben des Steuerkolbens (37) innerhalb des Ventilgehäuses (34) verbindbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - in axialer Richtung des Steuerventils (18) die Anschlüsse in der Reihenfolge Tankanschluss (T), Druckmittelanschluss (P), Arbeitsanschluss (A, B), Arbeitsanschluss (A, B) angeordnet sind.
3. Steuerventil (18) nach einem der Ansprüche 1 oder
4. Steuerventil (18) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckmittelanschluss (P) über zweite Öffnungen (41), die in die Mantelfläche des Steuerkolbens (37) eingebracht sind, in jeder Stellung des Steuerkolbens (37) relativ zum Ventilgehäuse (34) mit dem Inneren des Steuerkolbens (37) kommuniziert.
5. Steuerventil (18) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** abhängig von der Stellung des Steuerkolbens (37) zum Ventilgehäuse (34) einer oder keiner der Arbeitsanschlüsse (A, B) mit dem Inneren des Steuerkolbens (37) kommuniziert.
6. Steuerventil (18) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** abhängig von der Stellung des Steuerkolbens (37) zum Ventilgehäuse (34) einer der Arbeitsanschlüsse (A, B) oder beide Arbeitsanschlüsse (A, B) mit dem Inneren des Steuerkolbens (37) kommunizieren.
7. Steuerventil (18) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Druckmittelanschluss (P) und den Arbeitsanschlüssen (A, B) ein Rückschlagventil (47) angeordnet ist.



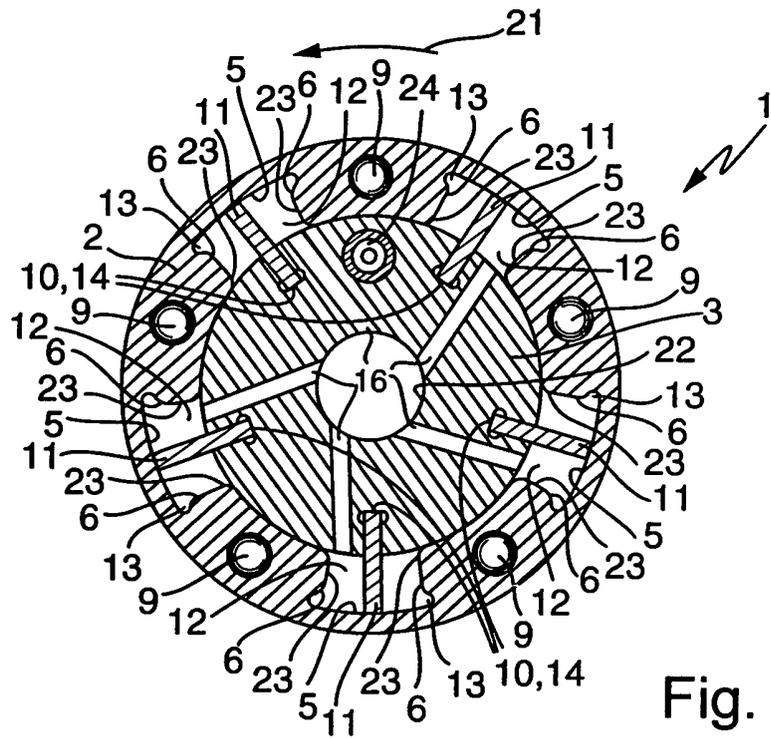


Fig. 2

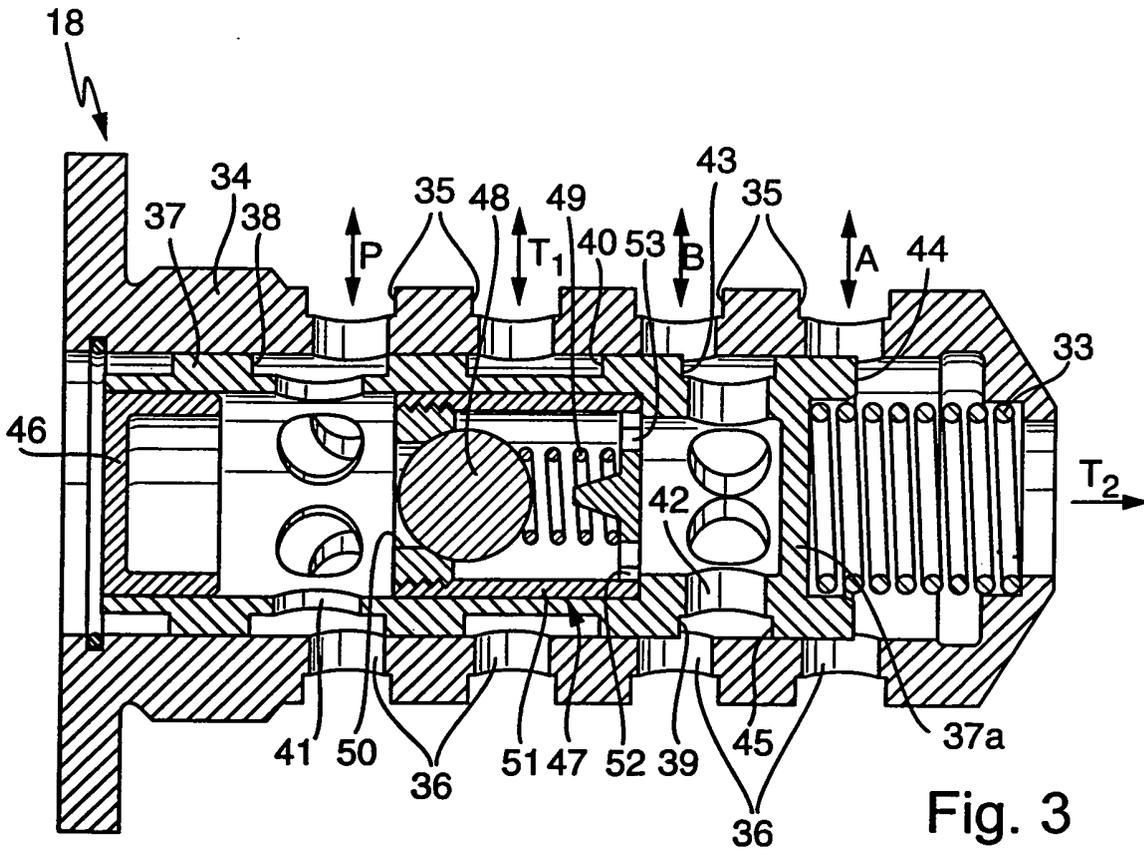


Fig. 3