



(11) **EP 3 530 891 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.08.2019 Patentblatt 2019/35

(51) Int Cl.:
F01L 1/344^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19153487.4**

(22) Anmeldetag: **24.01.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **ECO Holding 1 GmbH**
97828 Marktheidenfeld (DE)

(72) Erfinder:
• **Müller, Falk**
97080 Würzburg (DE)
• **Seidenschwann, André**
63526 Erlensee (DE)
• **Ruppert, Patrick**
97332 Volkach (DE)
• **Bartel, Udo**
97848 Rechtenbach (DE)

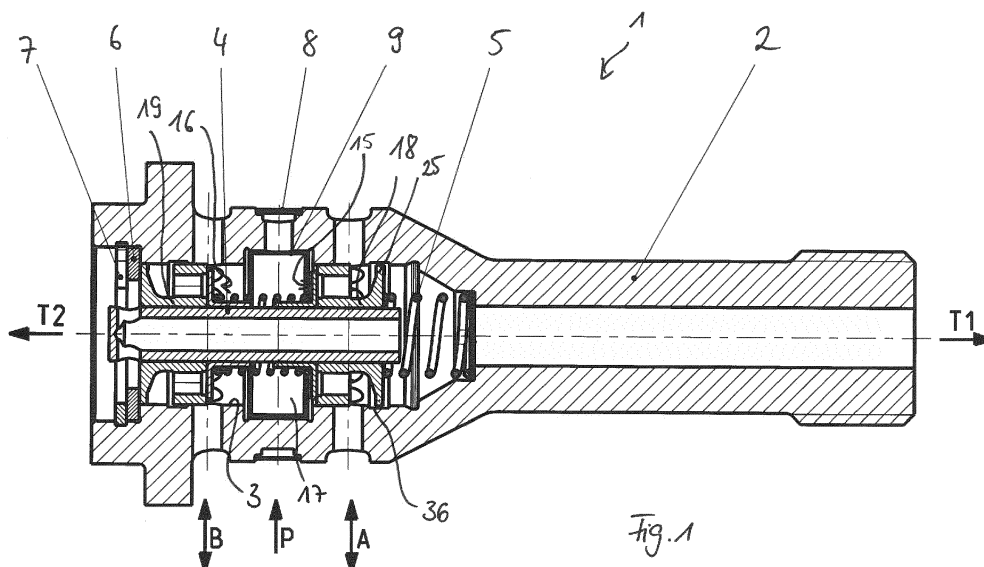
(30) Priorität: **21.02.2018 DE 102018103915**
17.01.2019 DE 102019101159

(54) **HYDRAULIKVENTIL FÜR EINEN SCHWENKMOTORVERSTELLER EINER NOCKENWELLE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Hydraulikventil (1), insbesondere für einen Schwenkmotorversteller einer Nockenwelle, umfassend

- eine Buchse (2) mit einem in einer Bohrung (3) verschiebbar angeordneten Kolben (4),
- einen Versorgungsanschluss (P),
- wenigstens einen ersten Arbeitsanschluss (A) und einen zweiten Arbeitsanschluss (B), sowie
- wenigstens einen Tankabflussanschluss (T1, T2), wobei dem ersten Arbeitsanschluss (A) und dem zweiten Arbeitsanschluss (B) jeweils ein Rückschlagventil (15, 16) zugeordnet ist und der erste Arbeitsanschluss (A)

und der zweite Arbeitsanschluss (B) durch ein Verschieben des Kolbens (4) über wenigstens eines der Rückschlagventile (15, 16) wechselweise miteinander und/oder mit dem Versorgungsanschluss (P) und/oder mit dem Tankabflussanschluss (T1, T2) verbindbar sind. Erfindungsgemäß weist das Hydraulikventil (1) fünf Schaltstellungen (10, 11, 12, 13, 14) auf, wobei in der ersten und/oder der fünften Schaltstellung (10, 14) die jeweilige Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluss (A bzw. B) und dem Tankabflussanschluss (T1, T2) steuerkantenfrei gedrosselt ist.



EP 3 530 891 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hydraulikventil, insbesondere für einen Schwenkmotorversteller einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Ventil für einen Schwenkmotorversteller einer Nockenwelle sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Ventils für einen Schwenkmotorversteller einer Nockenwelle.

Stand der Technik

[0002] Bei dem aus der DE 10 2006 012 775 A1 bekannten Schwenkmotorverstellsystem sind die Druckkammern des Rotors mit Rückschlagventilen versehen, so dass Druckspitzen, wie sie bei einer raschen Verstellung auftreten, genutzt werden.

[0003] Aus der EP 2 375 014 A1 ist bekannt, Rückschlagventile zur Ausnutzung von Nockenwellenwechsellmomenten in das Zentralventil zu integrieren, indem Bandrückschlagventile an der Innenseite der Buchse angebracht werden. An den beiden Arbeitsanschlüssen und an dem Versorgungsanschluss der Buchse drückt jeweils ein Bandrückschlagventil von innen gegen die Buchseninnenseite. Wenn ausreichend hoher Druck an dem entsprechenden Anschluss anliegt, öffnet sich das Bandrückschlagventil, so dass an einem Arbeitsanschluss in das Zentralventil hineinströmende Hydraulikflüssigkeit zusammen mit Hydraulikfluid von dem Versorgungsanschluss dem anderen Arbeitsanschluss zugeführt werden kann.

[0004] Ausgehend von einer Mittelstellung des Zentralventils ist zunächst eine Schaltstellung proportional ansteuerbar, in welcher die Druckspitzen des zu entlastenden Arbeitsanschlusses gegenüber dem zu belastenden Arbeitsanschluss gesperrt sind. In jedem Anschluss ist eine weitere Schaltstellung zur Nutzung der Nockenwellenwechsellmomente ansteuerbar.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Hydraulikventil zu schaffen, das in einer einfachen und kompakten Bauweise ein besseres Systemverhalten eines Schwenkmotorverstellers ermöglicht. Zusätzlich ist es die Aufgabe der Erfindung ein effizientes Konzept eines Ventils und eines Verfahrens zum Betreiben eines Ventils eines Nockenwellenverstellers bereitzustellen, das ein verbessertes Kaltverhalten, d.h. eine verbesserte Funktion im unteren Temperaturbereich ermöglicht.

[0006] Die vorgenannten Aufgaben werden gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst.

[0007] Günstige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung.

[0008] Es wird ein Hydraulikventil vorgeschlagen, ins-

besondere für einen Schwenkmotorversteller einer Nockenwelle, welches eine Buchse mit einem in einer Bohrung entlang einer Längsrichtung verschiebbar angeordneten Kolben, einen Versorgungsanschluss zum Zuführen eines Hydraulikfluids und wenigstens einen ersten Arbeitsanschluss und einen zweiten Arbeitsanschluss umfasst. Das Hydraulikventil umfasst wenigstens einen Tankabflussanschluss zum Ableiten des Hydraulikfluids, wobei dem ersten Arbeitsanschluss und dem zweiten Arbeitsanschluss jeweils ein Rückschlagventil zugeordnet ist und der erste Arbeitsanschluss und der zweite Arbeitsanschluss durch ein Verschieben des Kolbens über wenigstens eines der Rückschlagventile wechselweise miteinander und/oder mit dem Versorgungsanschluss und/oder dem Tankabflussanschluss verbindbar sind. Erfindungsgemäß weist das Hydraulikventil fünf Schaltstellungen auf, wobei in einer ersten Schaltstellung des Kolbens der zweite Arbeitsanschluss mit dem Versorgungsanschluss und der erste Arbeitsanschluss mit dem Tankabflussanschluss verbunden ist, wobei ein Fluidpfad von dem ersten Arbeitsanschluss zu dem zweiten Arbeitsanschluss über das dem ersten Arbeitsanschluss zugeordnete Rückschlagventil durch einen, einen Schwellenwert überschreitenden Druck offenbar ist. In einer zweiten Schaltstellung des Kolbens ist der zweite Arbeitsanschluss mit dem Versorgungsanschluss verbunden und eine Verbindung zwischen dem ersten Arbeitsanschluss mit dem Tankabflussanschluss ist unterbrochen, wobei ein Fluidpfad von dem ersten Arbeitsanschluss zu dem zweiten Arbeitsanschluss über das dem ersten Arbeitsanschluss zugeordnete Rückschlagventil durch einen, einen Schwellenwert überschreitenden Druck offenbar ist. In einer dritten Schaltstellung des Kolbens ist dieser in einer Mittelstellung positioniert, in welcher eine Verbindung zwischen den Arbeitsanschlüssen und dem Versorgungsanschluss sowie dem Tankabflussanschluss unterbrochen ist. In einer vierten Schaltstellung des Kolbens ist der erste Arbeitsanschluss mit dem Versorgungsanschluss verbunden und eine Verbindung zwischen dem zweiten Arbeitsanschluss mit dem Tankabflussanschluss ist unterbrochen, wobei ein Fluidpfad von dem zweiten Arbeitsanschluss zu dem ersten Arbeitsanschluss über das dem zweiten Arbeitsanschluss zugeordnete Rückschlagventil durch einen, einen Schwellenwert überschreitenden Druck offenbar ist. In einer fünften Schaltstellung des Kolbens ist der erste Arbeitsanschluss mit dem Versorgungsanschluss und der zweite Arbeitsanschluss ist mit dem Tankabflussanschluss verbunden, wobei ein Fluidpfad von dem zweiten Arbeitsanschluss zu dem ersten Arbeitsanschluss über das dem zweiten Arbeitsanschluss zugeordnete Rückschlagventil durch einen, einen Schwellenwert überschreitenden Druck offenbar ist. In der ersten und/oder der fünften Schaltstellung ist die jeweilige Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluss und dem Tankabflussanschluss steuerkantenfrei gedrosselt. Die Drosselung der jeweiligen Verbindung zwischen Arbeitsanschluss ist schalt- bzw. steuerbar.

[0009] Pulsartige Hydraulikdrücke stellen zum einen Wechsellmomente an dem hydraulischen Kolben dar, die sowohl zeitweilig einen positiven, veränderlichen Anteil als auch einen zeitweise negativen Anteil aufweisen. Demgegenüber sind schwellende Momente solche Momente, die sich zwar betragsmäßig verändern, jedoch über einen längeren Zeitraum von mehreren Millisekunden im gleichen Vorzeichenbereich der Momentenkennlinie verbleiben.

[0010] Auf einen Kraftfahrzeughydraulikkreis eines Nockenwellenverstellers mit einem gegenläufigen Hydraulikkolben mit wenigstens zwei Hydraulikkammern wirkt ein äußeres Moment, das entweder wechselnd oder schwellend einwirkt. Der Hydraulikkreis führt, einer Hydraulikpumpe entnehmbare, unterschiedliche Druckbeaufschlagung der gegenläufigen Hydraulikkammern eine Positionsveränderung durch. Neben einer hydraulischen Weichenverstellung, vorzugsweise durch ein Ventil verkörpert, die die Druckbeaufschlagung über das Hydraulikfluid auf den Kolben leitet, wird der negative Anteil des Wechsellmoments genutzt, um den Hydraulikkolben in seiner Position zu verändern. Der schwellende Anteil des Moments wird hingegen durch weitere Mittel, wie zum Beispiel Rückschlagventile, ausgeblendet. Die selektive Nutzung von Momenten, insbesondere durch die Freigabe über Rückschlagventile, führt zu einer Linearisierung der Verstellgeschwindigkeit über der Drehzahl des Motors, während die fortdauernde Nutzung einer möglichst kleinen Hydraulikversorgung aus einer Pumpe zur Verstellung des Kolbens auch bei reinen Schwellanteilen des Moments die hohe Verstellgeschwindigkeit sicherstellt.

[0011] Beispielsweise können jeweils hydraulische Verbindungswege von einer Kammer auf den Arbeitsanschluss für die andere Kammer vorgesehen sein. Somit ergibt sich ein Hydraulikkreis mit einem Ventil. Das Ventil kann den Hydraulikdruck, da aus dem negativen Anteil des Wechsellmoments auf dem einen Arbeitsanschluss für jeweils eine Kammer über wenigstens ein Rückschlagventil ausleitbar ist, auf den zweiten Arbeitsanschluss der jeweils anderen Kammer durchreichen. Es kann eine wechselweise Durchreichung erfolgen. Im Übrigen wird die Druckbeaufschlagung des druckbeaufschlagten Anschlusses zu dem zweiten Arbeitsanschluss weitergeleitet. Die wechselweise Durchreichung des Hydraulikfluids ist sowohl von der einen Kammer als auch von der anderen Kammer auf die korrespondierende gegenläufige Kammer durchzuführen. Die Funktion der Rückschlagventile kann als Bypass bezeichnet werden, die nur den negativen Anteil der wechselnden Kraft vor dem Nockenwellenversteller wieder einspeisen. Ein geeigneter Ort der Wiedereinspeisung kann der Versorgungsanschluss des Nockenwellenverstellers darstellen. Die Rückschlagventile können dann so angeordnet sein, dass nur in Richtung auf die Druckseite des Nockenwellenverstellers eine Durchleitung des Hydraulikdrucks, der aus den Kammern des Kolbens stammt, ab einem bestimmten Schwellenwert ermöglicht wird.

[0012] Durch die schalt- bzw. steuerbare Drosselung der jeweiligen Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluss und dem Tankabflussanschluss kann insbesondere die hydraulische Einspannung des Schwenkmotorverstellers in der Mittenstellung und die Regelgüte des Hydraulikventils sichergestellt werden. Beispielsweise kann der Tankabflussanschluss in den Endstellungen weniger gedrosselt werden als in den restlichen Stellungen. Die jeweilige Druckkammer kann damit in der Endstellung schneller entleert werden.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist dem ersten Arbeitsanschluss und dem zweiten Arbeitsanschluss jeweils ein Rückschlagventil auf einer Außenseite des Kolbens zugeordnet. Hierdurch wird ein möglichst kompakter Aufbau des Hydraulikventils ermöglicht.

[0014] Vorzugsweise sind die Rückschlagventile jeweils an einem Kolbenaufsatz angeordnet, welcher den Kolben umgibt und mit dem Kolben starr verbunden ist. Auf diese Weise kann die Kolbenbaugruppe einfach und kostengünstig ausgebildet werden.

[0015] Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Rückschlagventile als scheibenförmige Schließkörper vorgesehen sind, welche durch eine gemeinsame Druckfeder gegen die Kolbenaufsätze vorgespannt sind. So kann vorteilhaft eine vormontierte Baugruppe vorgesehen werden, welche einfach in die Buchse montiert werden kann.

[0016] Die Kolbenaufsätze weisen vorzugsweise jeweils zwei Ringstege auf, welche jeweils zwei mit Ausnehmungen in der Buchse zusammenwirkende Steuerkanten aufweisen. Durch diese Steuerkanten kann der Volumenstrom des Hydraulikfluids derart verbessert gesteuert werden, dass eine deutliche Steigerung der Verstellgeschwindigkeit, insbesondere im oberen Drehzahlbereich, sowie eine verbesserte Funktion im unteren Temperaturbereich erzielt wird.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung wirken die Steuerkanten der Ringstege mit den Arbeitsanschlüssen als radiale Ausnehmungen in der Buchse und zwei nutenförmigen Ausnehmungen im Bereich der Bohrung zusammen, wobei die nutenförmigen Ausnehmungen in axialer Richtung jeweils zwischen dem Arbeitsanschluss und dem Tankabflussanschluss angeordnet sind. Die nutenförmigen Ausnehmungen erlauben im Zusammenspiel mit den Steuerkanten ein stellungsabhängiges Öffnen und Schließen des Tankabflussanschlusses, so dass das Hydraulikventil im Regelbereich eine reine sogenannte FastPhaser-Charakteristik (Durchreichung des Hydraulikfluids von einer Kammer in die andere Kammer ohne Tankabfluss) und in den Endlagen eine FastPhaser-Charakteristik mit Tankabfluss aufweist.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist in der ersten und/oder der fünften Schaltstellung ein Abstand zwischen einem Außendurchmesser des jeweiligen Ringsteges und einem Nutgrund der jeweiligen nutenförmigen Ausnehmung kleiner ausgebildet als ein Ab-

stand zwischen Nutseitenflächen der nutenförmigen Ausnehmung und Stirnseiten des Ringsteges. Hierdurch kann die steuerkantenfreie Drosselung des Tankabflussanschlusses ermöglicht werden, derart, dass in den Endpositionen die jeweils mit dem Tankabflussanschluss verbundene Druckkammer des Schwenkmotorverstellers schneller entleert werden kann.

[0019] Um in den Endpositionen (erste und/oder fünfte Schaltstellung) einen besonders stabilen bzw. konstanten Volumenstrom in Richtung Tankabflussanschluss zu erzielen, ist vorzugsweise ein Verhältnis A2 zu A1 größer als 1,4 zu 1 vorgesehen. Damit kann die Prozesssicherheit in der Fertigung wesentlich erhöht werden.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Ventil für einen Schwenkmotorversteller einer Nockenwelle vorgeschlagen, mit einer Buchse mit einem in einer Bohrung entlang einer Längsrichtung zwischen einer ersten Endposition und einer zweiten Endposition verschiebbar angeordneten Kolben, einem Versorgungsanschluss zum Zuführen eines Hydraulikfluids, wenigstens einem ersten Arbeitsanschluss und einem zweiten Arbeitsanschluss, sowie wenigstens einem Tankabflussanschluss zum Ableiten des Hydraulikfluids, wobei der erste Arbeitsanschluss und der zweite Arbeitsanschluss durch geeignetes Positionieren des Kolbens miteinander fluidmäßig verbindbar ausgebildet sind und der Kolben jeweils an seinen axial außenliegenden Enden angeordnete äußere Ringstege aufweist, um den Tankabflussanschluss in der ersten bzw. der zweiten Endposition vollständig zu verschließen, wobei in der ersten Endposition die Verbindung zwischen dem ersten Arbeitsanschluss und dem Tankabflussanschluss und in der zweiten Endposition die Verbindung zwischen dem zweiten Arbeitsanschluss und dem Tankabflussanschluss steuerkantenfrei gedrosselt ist. Die Drosselung der jeweiligen Verbindung zwischen Arbeitsanschluss ist schalt- bzw. steuerbar.

[0021] Dadurch kann beispielsweise der technische Vorteil erreicht werden, dass einerseits die sogenannte Fast-Phaser-Funktion als auch eine verbesserte Funktion im unteren Temperaturbereich in einem Ventil sichergestellt werden kann. Wie beispielhaft ausgeführt, sind in einem Nockenwellenversteller des Flügelzellentyps hydraulische Verbindungswege von einer Kammer über ein Ventil in eine entgegengesetzte Kammer vorgesehen. In Abhängigkeit des Steuerverhaltens des Ventils können die Verbindungswege zum wechselseitigen Durchströmen eingesetzt werden, wodurch Hydraulikfluid sowohl aus der ersten Kammer ausgeströmt als auch in die zweite Kammer des Flügelzellenverstellers einströmt wird. Entsprechend ist das Fluid auch aus der zweiten Kammer ausströmbare und in die erste Kammer einströmbare. Um das Systemverhalten des Nockenwellenverstellers zu beschleunigen, sieht die Fast-Phaser-Funktion einen Bypass vor, welcher ein schnelles Umleiten des Fluids direkt von der ersten Kammer in die zweite Kammer oder anders herum ermöglicht. Mittels Rückschlagventilen kann zusätzlich realisiert werden,

dass die Bypass-Funktion erst ab einem bestimmten Schwellenwert möglich wird. Die verbesserte Funktion im unteren Temperaturbereich resultiert aus der erfindungsgemäßen Anordnung der äußeren Ringstege, welche in den Endpositionen des Kolbens den jeweils zugeordneten Tankabfluss vollständig verschließen, dafür jedoch den gegenüberliegenden Tankabfluss steuerkantenfrei gedrosselt. Das steuerkantenfreie Drosseln des gegenüberliegenden Tankabflusses bringt beispielsweise den Vorteil mit sich, dass der Ölaustausch auch bei zähflüssigem kaltem Öl gut funktioniert. Insgesamt ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Ventil eine leicht reduzierte Verstellgeschwindigkeit im unteren Drehzahlbereich im Vergleich zu einem reinen Fast-Phaser-Ventil. Zusätzlich ergeben sich eine deutliche Steigerung der Verstellgeschwindigkeit im oberen Drehzahlbereich, sowie die bereits ausgeführte verbesserte Funktion im unteren Temperaturbereich.

[0022] Durch die schalt- bzw. steuerbare Drosselung der jeweiligen Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluss und dem Tankabflussanschluss kann insbesondere die hydraulische Einspannung des Schwenkmotorverstellers in der Mittenstellung und die Regelgüte des Hydraulikventils sichergestellt werden. Beispielsweise kann der Tankabfluss in den Endstellungen weniger gedrosselt werden als in den restlichen Stellungen. Die jeweilige Druckkammer kann damit in der Endstellung schneller entleert werden.

[0023] Um das Verschließen und das Freigeben der Tankabflussanschlüsse präzise zu steuern, weist die Buchse im Bereich der Bohrung zwei nutenförmige Ausnehmungen auf, welche jeweils den äußeren Ringstegen zugeordnet sind. Durch einen Ringspalt, welcher zwischen einem äußeren Ringsteg und einer zugeordneten nutenförmigen Ausnehmung ausbildbar ist, kann der Fluidstrom geschaltet bzw. gesteuert werden. Beispielsweise sind die nutenförmigen Ausnehmungen breiter ausgeführt als die Wandstärke der äußeren Ringstege. Dadurch kann die Durchflussmenge des Fluids exakt gesteuert werden, solange sich ein äußerer Ringsteg im Bereich der nutenförmigen Ausnehmung befindet. Sobald ein äußerer Ringsteg vor oder hinter der nutenförmigen Ausnehmung positioniert ist, ist der jeweilige Tankabfluss verschlossen.

[0024] Nach einer bevorzugten Ausführungsform, sind die nutenförmigen Ausnehmungen in Längsrichtung jeweils zwischen dem Arbeitsanschluss und dem Tankabflussanschluss angeordnet. Dadurch wird beispielsweise eine besonders kompakte Bauform des Ventils realisiert.

[0025] Um zusätzlich die gewünschte Fast-Phaser-Funktion des Ventils sicherzustellen, weist der Kolben zwischen den äußeren Ringstegen zwei innere Ringstege auf, welche jeweils dem ersten Arbeitsanschluss und dem zweiten Arbeitsanschluss zugeordnet sind. Die inneren Ringstege sind von den äußeren Ringstegen in Längsrichtung des Kolbens nach innen beabstandet angeordnet. Sie sind im Verhältnis zu den äußeren Ring-

stegen breiter ausgebildet, da sie positionsabhängig die Arbeitsanschlüsse vollständig verschließen müssen. Unmittelbar an den inneren Ringstegen angeordnet, befinden sich Rückschlagventile, welche den Schwellwert zur Freigabe des Bypasses bestimmen.

[0026] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist in der ersten Endposition bzw. der zweiten Endposition ein Abstand zwischen einem Außendurchmesser des jeweiligen äußeren Ringsteges und einem Nutgrund der jeweiligen nutenförmigen Ausnehmung kleiner ausgebildet als ein Abstand zwischen Nutseitenflächen der nutenförmigen Ausnehmung und Stirnseiten des Ringsteges. Hierdurch kann eine steuerkantenfreie Drosselung des Tankabflussanschlusses ermöglicht werden, derart, dass in den Endpositionen die jeweils mit dem Tankabflussanschluss verbundene Druckkammer des Schwenkmotorverstellers schneller entleert werden kann.

Steuerkantenfrei bedeutet, dass die Drosselung des Tankabflusses nahezu allein durch eine Ringfläche zwischen dem Ringsteg und der nutenförmigen Ausnehmung erreicht wird. Die Drosselung wird demnach durch den beschriebenen Ringspalt hergestellt, nicht durch die an Buchse und Ringstegen ausgebildeten Steuerkanten.

[0027] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform, ist der Kolben in eine erste Position überführbar, wobei der Tankabflussanschluss beider Arbeitsanschlüsse durch die äußeren Ringstege verschlossen ausgebildet ist. Der zweite Arbeitsanschluss ist mit dem Versorgungsanschluss und der erste Arbeitsanschluss ist mit dem zweiten Arbeitsanschluss fluidmäßig verbindbar ausgebildet. Diese erste Position ist Teil des klassischen Regelbereichs eines Fast-Phaser-Ventils. Die Tankabflussanschlüsse sind verschlossen. Damit der Arbeitsanschluss mit dem zweiten Arbeitsanschluss verbunden werden kann (Fast-Phaser-Funktion), muss lediglich ein bestimmter Schwellwert überschritten werden, damit das zugeordnete Rückschlagventil geöffnet wird und ein Fluidstrom direkt von dem ersten Arbeitsanschluss zu dem zweiten Arbeitsanschluss erfolgt.

[0028] Um jeden Fluidstrom zu unterdrücken und einen stabilen Betriebszustand eines Verbrennungsmotors bei konstanter Drehzahl zu ermöglichen, ist der Kolben in eine zweite Position überführbar, wobei der Tankabflussanschluss beider Arbeitsanschlüsse durch die äußeren Ringstege verschlossen ausgebildet ist und der erste Arbeitsanschluss sowie der zweite Arbeitsanschluss jeweils durch die inneren Ringstege verschlossen ausgebildet sind.

[0029] Gemäß einer zusätzlichen Ausführungsform, ist der Kolben in eine dritte Position überführbar, wobei der Tankabflussanschluss beider Arbeitsanschlüsse durch die äußeren Ringstege verschlossen ausgebildet ist. Der erste Arbeitsanschluss ist mit dem Versorgungsanschluss und der erste Arbeitsanschluss ist mit dem zweiten Arbeitsanschluss fluidmäßig verbindbar ausgebildet.

[0030] Gemäß einem weiteren Aspekt wird die Aufga-

be mit einem Verfahren zum Betreiben eines Ventils gemäß einem der vorausgehenden Ausführungsformen gelöst. Hierbei wird in der ersten Endposition der Tankabflussanschluss des zweiten Arbeitsanschlusses durch einen äußeren Ringsteg vollständig verschlossen. Der Tankabflussanschluss des ersten Arbeitsanschlusses wird durch einen Ringspalt zwischen einem äußeren Ringsteg und einer nutenförmigen Ausnehmung steuerkantenfrei gedrosselt, und der erste Arbeitsanschluss wird mit dem zweiten Arbeitsanschluss fluidmäßig verbunden. Zusätzlich wird der zweite Arbeitsanschluss mit dem Versorgungsanschluss fluidmäßig verbunden. Die sich aus dem Verfahren zum Betreiben eines Ventils ergebenden Vorteile, sind mit den Vorteilen aus dem Ventil oder aus dem Hydraulikventil vergleichbar. Sie betreffen einerseits eine Verbesserung der sogenannten Fast-Phaser-Funktion als auch eine verbesserte Funktion im unteren Temperaturbereich innerhalb des Ventils. Um das Systemverhalten des Nockenwellenverstellers zu beschleunigen sieht das Verfahren eine Fast-Phaser-Funktion über einen Bypass vor, welcher ein schnelles Umleiten des Fluids direkt von der ersten Kammer in die zweite Kammer oder anders herum ermöglicht. Eine verbesserte Funktion im unteren Temperaturbereich resultiert aus dem erfindungsgemäßen Betreiben des Ventil mit den äußeren Ringstegen, welche in den Endpositionen des Kolbens den jeweils zugeordneten Tankabflussanschluss vollständig verschließen, dafür jedoch den gegenüberliegenden Tankabflussanschluss steuerkantenfrei gedrosselt. Das steuerkantenfreie Drosseln des gegenüberliegenden Tankabflussanschlusses bringt beispielsweise den Vorteil mit sich, dass der Ölaustausch auch bei zähflüssigem kaltem Öl gut funktioniert. Insgesamt ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren im Vergleich zum Betreiben eines reinen Fast-Phaser-Ventils eine leicht reduzierte Verstellgeschwindigkeit im unteren Drehzahlbereich. Zusätzlich ergeben sich eine deutliche Steigerung der Verstellgeschwindigkeit im oberen Drehzahlbereich, sowie die bereits ausgeführte verbesserte Funktion im unteren Temperaturbereich.

[0031] Eine bevorzugte Ausführungsform betrifft das Verfahren zum Betreiben des Ventils wobei in einer ersten Position der Tankabflussanschluss beider Arbeitsanschlüsse durch die äußeren Ringstege vollständig verschlossen wird. Des Weiteren wird der erste Arbeitsanschluss mit dem zweiten Arbeitsanschluss fluidmäßig verbunden, und der zweite Arbeitsanschluss wird mit dem Versorgungsanschluss fluidmäßig verbunden. Dadurch ergibt sich beispielsweise der technische Vorteil, dass sich das Ventil ausschließlich im Regelbereich einer Fast-Phaser-Funktion befindet, wobei Leckage in Richtung Tankabflussanschluss unterdrückt wird.

[0032] In einer weiteren Ausführungsform wird in einer zweiten Position der Tankabflussanschluss beider Arbeitsanschlüsse durch die äußeren Ringstege vollständig verschlossen, und der erste Arbeitsanschluss sowie der zweite Arbeitsanschluss werden jeweils durch die inneren Ringstege fluidmäßig verschlossen. Dadurch

wird beispielsweise der technische Vorteil erreicht, dass der Fluidstrom unterdrückt wird und ein stabiler Betriebszustand ermöglicht wird.

[0033] In der dritten Position wird die Tankabflussanschluss beider Arbeitsanschlüsse durch die äußeren Ringsteg vollständig verschlossen, der erste Arbeitsanschluss wird mit dem zweiten Arbeitsanschluss fluidmäßig verbunden, und der erste Arbeitsanschluss A wird mit dem Versorgungsanschluss P fluidmäßig verbunden.

[0034] Nach einer weiteren Ausführungsform wird in der zweiten Endposition der Tankabflussanschluss des ersten Arbeitsanschlusses durch einen äußeren Ringsteg vollständig verschlossen und der Tankabflussanschluss des zweiten Arbeitsanschlusses wird durch einen Ringspalt zwischen einem äußeren Ringsteg und einer nutenförmigen Ausnehmungen steuernkantenfrei gedrosselt.

Um die Funktionsfähigkeit des Ventils besonders effizient zu gestalten, erfolgt das Überführen des Kolbens zwischen der ersten Endposition und einer zweiten Endposition stufenlos.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0035] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen beispielhaft:

[0036]

- Fig. 1 ein Hydraulikventil zur Verstellung eines Schwenkmotorverstellers nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer ersten Schaltstellung, dargestellt in einem Längsschnitt;
- Fig. 2 das Hydraulikventil gemäß Figur 1 in perspektivischer Darstellung;
- Fig. 3 ein Schaltschema des Hydraulikventils gemäß Figur 1;
- Fig. 4 eine Kolbenbaugruppe des Hydraulikventils gemäß Figur 1 in perspektivischer Darstellung;
- Fig. 5 die Kolbenbaugruppe gemäß Figur 4 im Längsschnitt;
- Fig. 6 eine Buchse des Hydraulikventils gemäß Figur 1 im Längsschnitt;

Fig. 7 eine Kennlinie des Hydraulikventils gemäß Figur 1 und

Fig. 8 einen vergrößerten Ausschnitt des Hydraulikventils gemäß Figur 1 in der ersten Schaltstellung, dargestellt in einem Längsschnitt.

[0037] Nachfolgende Beschreibung betrifft sowohl Ventile als auch Hydraulikventile. Jedes Ventil kann hierbei als Hydraulikventil ausgelegt und jedes Hydraulikventil kann als Ventil ausgelegt werden.

Ausführungsformen der Erfindung

[0038] In den Figuren sind gleiche oder gleichartige Komponenten mit gleichen Bezugszeichen beziffert. Die Figuren zeigen lediglich Beispiele und sind nicht beschränkend zu verstehen.

[0039] Figur 1 zeigt ein Hydraulikventil 1 zur Verstellung eines nicht dargestellten Schwenkmotorverstellers nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer ersten Schaltstellung 10, dargestellt in einem Längsschnitt. Das Hydraulikventil 1 umfasst eine Buchse 2 mit einem in einer Bohrung 3 entlang einer Längsrichtung L verschiebbar angeordneten Kolben 4. Der Kolben 4 ist mit einer Schraubendruckfeder 5 an der Buchse 2 bzw. an einer durch einen Ring 7 in der Buchse 2 angeordneten Scheibe 6 abgestützt.

[0040] Die Buchse 2 weist einen Versorgungsanschluss P zum Zuführen eines Hydraulikfluids und einen ersten Arbeitsanschluss A und einen zweiten Arbeitsanschluss B auf, welche jeweils als radiale Ausnehmung bzw. mehrere Radialausnehmungen in der Buchse in der Reihenfolge A - P - B vorgesehen sind. Der Versorgungsanschluss P ist durch ein außen an der Buchse 2 angeordnetes Sieb 8 vor Verunreinigungen geschützt. Ferner ist auf einer Buchseninnenseite ein Bandrückschlagventil 9 im Bereich des Versorgungsabschlusses angeordnet, um einen Rückfluss von Hydraulikfluid in Richtung Pumpe zu verhindern.

[0041] Das Hydraulikventil 1 umfasst einen ersten und einen zweiten Tankabflussanschluss T1, T2 zum Ableiten des Hydraulikfluids, welche jeweils axial ausgebildet sind. Die Tankabflussanschlüsse T1 und T2 können alternativ z.B. über eine Mittelbohrung im Kolben 4 miteinander verbunden sein, so dass der komplette Tankabflussanschluss über einen einzigen Tankabflussanschluss T erfolgen kann. Die beschriebenen Tankabflussanschlüsse T1 und T2 werden in diesem Fall als ein dem jeweiligen Arbeitsanschluss A bzw. B zugeordneter Tankabfluss verstanden, wobei beide mittels dem einzigen Tankabflussanschluss T aus dem Ventil herausgeleitet werden.

[0042] Dem ersten Arbeitsanschluss A und dem zweiten Arbeitsanschluss B ist jeweils ein Rückschlagventil 15, 16 zugeordnet, wobei der erste Arbeitsanschluss A und der zweite Arbeitsanschluss B durch ein Verschieben des Kolbens 4 über wenigstens eines der Rück-

schlagventile 15, 16 wechselweise miteinander und/oder mit dem Versorgungsanschluss P und/oder mit einem der Tankabflussanschlüsse T1, T2 verbindbar sind.

[0043] Erfindungsgemäß weist das Hydraulikventil 1 fünf Schaltstellungen 10 - 14 auf, wobei in einer ersten, in Figur 1 dargestellten Schaltstellung 10 des Kolbens 4 der zweite Arbeitsanschluss B über die Bohrung 3 und einen darin ausgebildeten Ringraum 17 um den Kolben 4 herum mit dem Versorgungsanschluss P und der erste Arbeitsanschluss A über die Bohrung 3 und einem weiter unten näher erläuterten Fluidpfad zwischen einem ersten Kolbenaufsatz 18 und Buchseninnenseite mit dem ersten Tankabflussanschluss T1 verbunden ist.

[0044] Auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens 4 verschließt ein äußerer Ringsteg 27 den zweiten Tankabflussanschluss T2 vollständig. Die erste Schaltstellung kann auch als erste Endposition des Kolbens 4 verstanden werden.

[0045] Überschreitet dabei ein an dem ersten Arbeitsanschluss A anliegender Druck einen bestimmten Schwellenwert, ist zusätzlich ein Fluidpfad von dem ersten Arbeitsanschluss A zu dem zweiten Arbeitsanschluss B über das dem ersten Arbeitsanschluss A zugeordnete Rückschlagventil 15 offenbar und das Hydraulikfluid wird in einer Fast-Phaser-Charakteristik zum zweiten Arbeitsanschluss B durchgereicht.

[0046] In einer zweiten Schaltstellung 11 des Kolbens 4 ist der zweite Arbeitsanschluss B mit dem Versorgungsanschluss P verbunden und eine Verbindung zwischen dem ersten Arbeitsanschluss A mit dem ersten Tankabflussanschluss T1 ist durch den Kolbenaufsatz 18, insbesondere durch den äußeren Ringsteg 25, unterbrochen, wobei auch in dieser Stellung der Fluidpfad von dem ersten Arbeitsanschluss A zu dem zweiten Arbeitsanschluss B über das dem ersten Arbeitsanschluss A zugeordnete Rückschlagventil 15 offenbar ist. Ebenso ist der Tankabflussanschluss T2 durch den Ringsteg 27 verschlossen, welcher an dem Kolbenaufsatz 19 angeordnet ist. In dieser Stellung weist das Hydraulikventil 1 eine reine Fast-Phaser-Charakteristik auf. Diese zweite Schaltstellung kann auch als erste Position des Kolbens 4 innerhalb des Regelbereichs der Fast-Phaser-Charakteristik verstanden werden.

[0047] In einer dritten Schaltstellung 12 des Kolbens 4 ist dieser in einer Mittenstellung positioniert, in welcher eine Verbindung zwischen den Arbeitsanschlüssen A, B und dem Versorgungsanschluss P sowie den Tankabflussanschlüssen T1, T2 komplett unterbrochen ist. Diese dritte Schaltstellung kann auch als zweite Position des Kolbens 4 innerhalb des Regelbereichs der Fast-Phaser-Charakteristik verstanden werden.

[0048] In einer vierten Schaltstellung 13 des Kolbens 4 ist der erste Arbeitsanschluss A mit dem Versorgungsanschluss P verbunden und eine Verbindung zwischen dem zweiten Arbeitsanschluss B mit dem zweiten Tankabflussanschluss T2 ist durch einen zweiten Kolbenaufsatz 19, insbesondere durch den äußeren Ringsteg 27, unterbrochen. Ein Fluidpfad von dem zweiten Arbeitsan-

schluss B zu dem ersten Arbeitsanschluss A ist über das dem zweiten Arbeitsanschluss B zugeordnete Rückschlagventil 16 durch einen, einen Schwellenwert überschreitenden Druck offenbar. Ebenso ist der Tankabflussanschluss T1 durch den Ringsteg 25 verschlossen, welcher an dem Kolbenaufsatz 18 angeordnet ist. Diese dritte Schaltstellung kann auch als dritte Position des Kolbens 4 innerhalb des Regelbereichs der Fast-Phaser-Charakteristik verstanden werden.

[0049] In einer fünften Schaltstellung des Kolbens 4 befindet sich dieser in einer zweiten Endposition. Hier ist der erste Arbeitsanschluss A über die Bohrung 3 und einen darin ausgebildeten Ringraum 17 um den Kolben 4 herum mit dem Versorgungsanschluss P und der zweite Arbeitsanschluss B ist über die Bohrung 3 und einem weiter unten näher erläuterten Fluidpfad zwischen dem zweiten Kolbenaufsatz 19 und Buchseninnenseite mit dem zweiten Tankabflussanschluss T2 verbunden. Auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens 4 verschließt ein äußerer Ringsteg 25 den zweiten Tankabflussanschluss T1 vollständig. Die fünfte Schaltstellung kann auch als zweite Endposition des Kolbens 4 verstanden werden.

[0050] Überschreitet dabei ein an dem zweiten Arbeitsanschluss B anliegender Druck einen bestimmten Schwellenwert, ist zusätzlich ein Fluidpfad von dem zweiten Arbeitsanschluss B zu dem ersten Arbeitsanschluss A über das dem zweiten Arbeitsanschluss B zugeordnete Rückschlagventil 16 offenbar.

[0051] Wie insbesondere Figur 5 zu entnehmen ist, ist dem ersten Arbeitsanschluss A und dem zweiten Arbeitsanschluss B jeweils ein Rückschlagventil 15, 16 auf der Außenseite des Kolbens 4 zugeordnet. Diese sind jeweils an den Kolbenaufsätzen 18, 19 angeordnet, welcher den Kolben 4 umgibt und mit dem Kolben 4 starr beispielsweise durch Aufpressen oder Verschweißen verbunden ist. Hierdurch wird ein möglichst kompakter Aufbau des Hydraulikventils ermöglicht und die so entstandene Kolbenbaugruppe 20 kann einfach und kostengünstig ausgebildet werden.

[0052] Die Rückschlagventile 15, 16 sind jeweils als scheibenförmige Schließkörper vorgesehen, welche durch eine gemeinsame Druckfeder 21 gegen die Kolbenaufsätze 18, 19 vorgespannt sind und so Öffnungen 22, 23 verschließen, durch welche ab dem vorgestehend beschriebenen Druckschwellenwert Hydraulikfluid durch die Rückschlagventile 15, 16 durchleitbar ist. So kann vorteilhaft eine vormontierte Kolbenbaugruppe 20 vorgesehen werden, welche einfach in die Buchse 2 montiert werden kann.

[0053] Axiale Vorsprünge 46, 47 der Rückschlagventile 15, 16 erlauben eine gesicherte axiale Verschiebung auf dem Kolben 4.

[0054] Die Kolbenaufsätze 18, 19 weisen jeweils zwei innere Ringstege 24, 25 und zwei äußere Ringstege 26, 27 auf, welche jeweils zwei mit Ausnehmungen in der Buchse 2 zusammenwirkende Steuerkanten 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 aufweisen. Durch diese Steuerkanten

28 bis 35 kann der Volumenstrom des Hydraulikfluids derart verbessert gesteuert werden, dass eine deutliche Steigerung der Verstellgeschwindigkeit, insbesondere im oberen Drehzahlbereich, sowie ein besseres Kraftverhalten erzielt wird.

[0055] Dabei wirken die Steuerkanten 28 bis 35 der inneren und äußeren Ringstege 24 bis 27 mit den Arbeitsanschlüssen A, B als radiale Ausnehmungen 38, 39 in der Buchse 2 und zwei nutenförmigen Ausnehmungen 36, 37 im Bereich der Bohrung 3 zusammen, wobei die nutenförmigen Ausnehmungen 36, 37 in axialer Richtung jeweils zwischen dem Arbeitsanschluss A bzw. B und dem dazugehörigen Tankabflussanschluss T1 bzw. T2 angeordnet sind. Die nutenförmigen Ausnehmungen 36, 37 erlauben im Zusammenspiel mit den Steuerkanten 28 bis 30 und 33 bis 35 ein stellungsabhängiges Öffnen und Schließen der Tankabflussanschlüssen T1, T2, indem in den Schaltstellungen 10 und 14 jeweils zwischen den äußeren Ringstegen 25 bzw. 27 der Kolbenaufsätze 18 bzw. 19 und der Buchseninnenseite ein Fluidpfad zwischen dem ersten bzw. dem zweiten Arbeitsanschluss A bzw. mit dem ersten bzw. dem zweiten Tankabflussanschluss T1 bzw. T2 geöffnet wird. So befindet sich in der in Figur 1 gezeigten ersten Schaltstellung 10 der äußere Ringsteg 25 des ersten Kolbenaufsatzes 18 im Bereich der nutförmigen Ausnehmung 36 und ein Fluidstrom zwischen dem Ringsteg 25 und der Buchseninnenseite in Richtung Tankabflussanschluss T1 ist möglich.

Wie aus Figur 8 ersichtlich ist, welche einen vergrößerten Ausschnitt des Hydraulikventils 1 in der ersten Schaltstellung 10 bzw. der ersten Endposition zeigt, ist in dieser ersten Endposition ein Abstand A1 zwischen einem Außendurchmesser 50 des Ringsteges 25 und einem Nutgrund 51 der nutenförmigen Ausnehmung 36 kleiner ausgebildet ist als ein Abstand A2 zwischen Nutseitenflächen 52, 53 der nutenförmigen Ausnehmung 36 und Stirnseiten 54, 55 des Ringsteges 25. Zur definierten Steuerung des Tankabflusses in Richtung T1 ist dabei vorgesehen, dass der Abstand A1 kleiner ausgebildet ist als der Abstand A2, so dass ein Verhältnis von A2 zu A1 größer als 1,4 zu 1 ist. Es wird hierdurch eine steuerkantenfreie Drosselstelle bzw. Blende mit einem Fluidstrom in Richtung Tankabflussanschluss T1 geschaffen, welche nur in den Endpositionen konstant ist. Steuerkantenfrei bedeutet konkret, dass die Drosselung des Tankabflusses nahezu allein durch eine Ringfläche zwischen dem Ringsteg 25 (bzw. 27 in der fünften Schaltstellung oder zweiten Endposition) und dem nutförmigen Ausnehmung 36 (bzw. 37 in der fünften Schaltstellung) erreicht wird. Die Drosselung wird demnach durch den beschriebenen Ringspalt hergestellt, nicht durch die an Buchse 2 und Ringstegen 25, 27 ausgebildete Steuerkanten.

[0056] Um die hydraulische Einspannung des Schwenkmotorversteller in der Mittenstellung und die Regelgüte des Hydraulikventils 1 sicherzustellen, wird durch die beschriebene Ausbildung des Kolbens 4 und der Buchse 2 außerhalb der Endpositionen 10, 14 eine

relativ hohe Tankdrosselung geschaffen. In den Endstellungen dagegen können die jeweiligen Druckkammern schnell entleert werden.

Durch das angegebene Verhältnis zwischen A2 und A1 wird also eine geringere Drosselung des Fluidstroms in Richtung T1 in der gezeigten ersten Endposition ermöglicht, wobei diese geringere Drosselung dazu genutzt werden kann, die dem Arbeitsanschluss A zugeordnete Druckkammer des Schwenkmotorverstellers schneller zu entleeren. Entsprechendes gilt in der zweiten Endposition 14 für den Ringsteg 27 und die nutförmige Ausnehmung 37.

[0057] Der äußere Ringsteg 27 des zweiten Kolbenaufsatzes 19 befindet sich dagegen außerhalb der nutförmigen Ausnehmung 37, so dass durch die geschlossenen Steuerkanten 34, 35 kein Fluidstrom in Richtung Tankabflussanschluss T2 möglich ist.

[0058] Während der zweiten und der vierten Schaltstellung 11 und 13 des Hydraulikventils 1 befinden sich beide äußeren Ringstege 25 und 27 außerhalb der nutenförmigen Ausnehmungen 36 und 37, so dass durch die geschlossenen Steuerkanten 34, 35, 28, 29 kein Fluidstrom in Richtung der Tankabflussanschlüssen T1 bzw. T2 möglich ist.

[0059] Figur 7 zeigt die Volumenstrom-Weg-Kennlinie des Hydraulikventils 1. Die Volumenstrom-Weg-Kennlinie zeigt den resultierenden Volumenstrom, abhängig von der Position (fünf Schaltstellungen 10 bis 14) des Kolbens 4.

[0060] Die Linien 40 und 40' zeigen den Volumenstrom von A nach B und die Linien 41 und 41' den Volumenstrom von P nach B während der ersten und der zweiten Schaltstellung 10 und 11.

[0061] Etwa nach dem halben Gesamtweg ist die Mittelstellung 12 erreicht, in welcher eine Verbindung zwischen den Arbeitsanschlüssen A, B und dem Versorgungsanschluss P sowie den Tankabflussanschlüssen T1, T2 komplett unterbrochen ist.

[0062] Die Linien 42 und 42' zeigen den Volumenstrom von P nach A und die Linien 43 und 43' den Volumenstrom von B nach A während der vierten und der fünften Schaltstellung 13 und 14.

[0063] Wie durch die Linien 44 und 44' ersichtlich ist, ist die Verbindung A nach T1 nur in der ersten Schaltstellung 10 offen. Die Verbindung B nach T2 ist, wie durch die Linien 45 und 45' dargestellt, nur in der fünften Schaltstellung 14 geöffnet.

50 Patentansprüche

1. Hydraulikventil (1), insbesondere für einen Schwenkmotorversteller einer Nockenwelle, umfassend

55 - eine Buchse (2) mit einem in einer Bohrung (3) entlang einer Längsrichtung (L) verschiebbar angeordneten Kolben (4),

- einen Versorgungsanschluss (P) zum Zuführen eines Hydraulikfluids,
- wenigstens einen ersten Arbeitsanschluss (A) und einen zweiten Arbeitsanschluss (B), sowie
- wenigstens einen Tankabflussanschluss (T1, T2) zum Ableiten des Hydraulikfluids,

wobei dem ersten Arbeitsanschluss (A) und dem zweiten Arbeitsanschluss (B) jeweils ein Rückschlagventil (15, 16) zugeordnet ist und der erste Arbeitsanschluss (A) und der zweite Arbeitsanschluss (B) durch ein Verschieben des Kolbens (4) über wenigstens eines der Rückschlagventile (15, 16) wechselweise miteinander und/oder mit dem Versorgungsanschluss (P) und/oder mit dem Tankabflussanschluss (T1, T2) verbindbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hydraulikventil (1) fünf Schaltstellungen (10, 11, 12, 13, 14) aufweist,

wobei in einer ersten Schaltstellung (10) des Kolbens (4) der zweite Arbeitsanschluss (B) mit dem Versorgungsanschluss (P) und der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem Tankabflussanschluss (T1) verbunden ist, wobei ein Fluidpfad von dem ersten Arbeitsanschluss (A) zu dem zweiten Arbeitsanschluss (B) über das dem ersten Arbeitsanschluss (A) zugeordnete Rückschlagventil (15) durch einen, einen Schwellenwert überschreitenden Druck offenbar ist, wobei in einer zweiten Schaltstellung (11) des Kolbens (4) der zweite Arbeitsanschluss (B) mit dem Versorgungsanschluss (P) verbunden und eine Verbindung zwischen dem ersten Arbeitsanschluss (A) mit dem Tankabflussanschluss (T1) unterbrochen ist, wobei ein Fluidpfad von dem ersten Arbeitsanschluss (A) zu dem zweiten Arbeitsanschluss (B) über das dem ersten Arbeitsanschluss (A) zugeordnete Rückschlagventil (15) durch einen, einen Schwellenwert überschreitenden Druck offenbar ist, wobei in einer dritten Schaltstellung (12) des Kolbens dieser in einer Mittenstellung positioniert ist, in welcher eine Verbindung zwischen den Arbeitsanschlüssen (A, B) und dem Versorgungsanschluss (P) sowie dem Tankabflussanschluss (T1, T2) unterbrochen ist,

wobei in einer vierten Schaltstellung (13) des Kolbens (4) der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem Versorgungsanschluss (P) verbunden und eine Verbindung zwischen dem zweiten Arbeitsanschluss (B) mit dem Tankabflussanschluss (T2) unterbrochen ist, wobei ein Fluidpfad von dem zweiten Arbeitsanschluss (B) zu dem ersten Arbeitsanschluss (A) über das dem zweiten Arbeitsanschluss (B) zugeordnete Rückschlagventil (16) durch einen, einen Schwellenwert überschreitenden Druck offenbar ist, wobei in einer fünften Schaltstellung (14) des Kolbens (4) der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem Versorgungsanschluss (P) und der zweite Arbeitsanschluss (B) mit dem Tankabflussanschluss (T2) ver-

bunden ist, wobei ein Fluidpfad von dem zweiten Arbeitsanschluss (B) zu dem ersten Arbeitsanschluss (A) über das dem zweiten Arbeitsanschluss (B) zugeordnete Rückschlagventil (16) durch einen, einen Schwellenwert überschreitenden Druck offenbar ist, wobei in der ersten und/oder der fünften Schaltstellung (10, 14) die jeweilige Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluss (A bzw. B) und dem Tankabflussanschluss (T1, T2) steuerkantenfrei gedrosselt ist.

2. Hydraulikventil (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem ersten Arbeitsanschluss (A) und dem zweiten Arbeitsanschluss (B) jeweils ein Rückschlagventil (15, 16) auf einer Außenseite des Kolbens (4) zugeordnet ist.
3. Hydraulikventil (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rückschlagventile (15, 16) jeweils an einem Kolbenaufsatz (18, 19) angeordnet sind, welcher den Kolben (4) umgibt und mit dem Kolben (4) starr verbunden ist.
4. Hydraulikventil (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rückschlagventile (15, 16) als scheibenförmige Schließkörper vorgesehen sind, welche durch eine gemeinsame Druckfeder (21) gegen die Kolbenaufsätze (18, 19) vorgespannt sind.
5. Hydraulikventil (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbenaufsätze (18, 19) jeweils zwei Ringstege (24, 25, 26, 27) aufweisen, welche jeweils zwei mit Ausnehmungen in der Buchse (2) zusammenwirkende Steuerkanten (28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) aufweisen.
6. Hydraulikventil (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerkanten (28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35) der Ringstege (24, 25, 26, 27) mit den Arbeitsanschlüssen (A, B) als radiale Ausnehmungen (38, 39) in der Buchse (2) und zwei nutenförmigen Ausnehmungen (36, 37) im Bereich der Bohrung (3) zusammenwirken, wobei die nutenförmigen Ausnehmungen (36, 37) in axialer Richtung jeweils zwischen dem Arbeitsanschluss (A, B) und dem Tankabflussanschluss (T1, T2) angeordnet sind.
7. Hydraulikventil (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der ersten und/oder der fünften Schaltstellung (10, 14) ein Abstand (A1) zwischen einem Außendurchmesser (50, 60) des jeweiligen Ringsteges (25, 27) und einem Nutgrund (51, 61) der jeweiligen nutenförmigen Ausnehmung (36, 37) kleiner ausgebildet ist als ein Abstand (A2) zwischen Nutseitenflächen (52, 53, 62, 63) der nutenförmigen Ausnehmung (36, 37) und Stirnseiten (54, 55, 64, 65) des Ringsteges (25, 27).

8. Hydraulikventil (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verhältnis A2:A1 größer als 1,4:1 vorgesehen ist.
9. Schwenkmotorversteller mit einem Hydraulikventil (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Hydraulikventil (1) als Zentralventil vorgesehen ist.
10. Ventil (1) für einen Schwenkmotorversteller einer Nockenwelle, mit einer Buchse (2) mit einem in einer Bohrung (3) entlang einer Längsrichtung (L) zwischen einer ersten Endposition und einer zweiten Endposition verschiebbar angeordneten Kolben (4), einem Versorgungsanschluss (P) zum Zuführen eines Hydraulikfluids, wenigstens einem ersten Arbeitsanschluss (A) und einem zweiten Arbeitsanschluss (B), sowie wenigstens einem Tankabflussanschluss (T1, T2) zum Ableiten des Hydraulikfluids, wobei der erste Arbeitsanschluss (A) und der zweite Arbeitsanschluss (B) durch geeignetes Positionieren des Kolbens miteinander fluidmäßig verbindbar ausgebildet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (4) jeweils an seinen axial außenliegenden Enden angeordnete äußere Ringstege (25, 27) aufweist, um den Tankabflussanschluss (T1, T2) in der ersten bzw. der zweiten Endposition vollständig zu verschließen, wobei in der ersten Endposition die Verbindung zwischen dem ersten Arbeitsanschluss (A) und dem Tankabflussanschluss (T1) und in der zweiten Endposition die Verbindung zwischen dem zweiten Arbeitsanschluss (B) und dem Tankabflussanschluss (T2) steuerkantenfrei gedrosselt ist.
11. Ventil (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Buchse (2) im Bereich der Bohrung (3) zwei nutenförmige Ausnehmungen (36, 37) aufweist, welche jeweils den äußeren Ringstegen (25, 27) zugeordnet sind.
12. Ventil nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nutenförmigen Ausnehmungen (36, 37) in Längsrichtung (L) jeweils zwischen dem Arbeitsanschluss (A, B) und dem Tankabflussanschluss (T1, T2) angeordnet sind.
13. Ventil nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (4) zwischen den äußeren Ringstegen (25, 27) zwei innere Ringstege (24, 26) aufweist, welche jeweils dem ersten Arbeitsanschluss (A) und dem zweiten Arbeitsanschluss (B) zugeordnet sind.
14. Ventil nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der ersten Endposition bzw. der zweiten Endposition ein Abstand (A1) zwischen einem Außendurchmesser (50, 60) des jeweiligen äußeren Ringsteges (25, 27) und einem Nutgrund (51, 61) der jeweiligen nutenförmigen Ausnehmung (36, 37) kleiner ausgebildet ist als ein Abstand (A2) zwischen Nutseitenflächen (52, 53, 62, 63) der nutenförmigen Ausnehmung (36, 37) und Stirnseiten (54, 55, 64, 65) des Ringsteges (25, 27).
15. Ventil nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (4) in eine erste Position überführbar ist, wobei der Tankabflussanschluss (T1, T2) beider Arbeitsanschlüsse (A, B) durch die äußeren Ringstege (25, 27) verschlossen ausgebildet ist und der zweite Arbeitsanschluss (B) mit dem Versorgungsanschluss (P) sowie der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem zweiten Arbeitsanschluss (B) fluidmäßig verbindbar ausgebildet sind.
16. Ventil nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (4) in eine zweite Position überführbar ist, wobei der Tankabflussanschluss (T1, T2) beider Arbeitsanschlüsse (A, B) durch die äußeren Ringstege (25, 27) verschlossen ausgebildet ist und der erste Arbeitsanschluss (A) sowie der zweite Arbeitsanschluss (B) jeweils durch die inneren Ringstege (24, 26) verschlossen ausgebildet sind.
17. Ventil nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (4) in eine dritte Position überführbar ist, wobei der Tankabflussanschluss (T1, T2) durch die äußeren Ringstege (25, 27) verschlossen ausgebildet ist und der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem Versorgungsanschluss (P) sowie der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem zweiten Arbeitsanschluss (B) fluidmäßig verbindbar ausgebildet sind.
18. Verfahren zum Betreiben eines Ventils (1) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 17, wobei in der ersten Endposition der Tankabflussanschluss (T2) des zweiten Arbeitsanschlusses (B) durch einen äußeren Ringsteg (27) vollständig verschlossen wird, der Tankabflussanschluss (T1) des ersten Arbeitsanschlusses (A) durch einen Ringspalt zwischen einem äußeren Ringsteg (25) und einer nutenförmigen Ausnehmungen (36) steuerkantenfrei gedrosselt wird, der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem zweiten Arbeitsanschluss (B) fluidmäßig verbunden wird, und der zweite Arbeitsanschluss (B) mit dem Versorgungsanschluss (P) fluidmäßig verbunden wird.
19. Verfahren zum Betreiben eines Ventils (1) gemäß Anspruch 18, wobei in der ersten Position der Tankabflussanschluss (T1, T2) beider Arbeitsanschlüsse (A, B) durch die äußeren Ringstege (25,

- 27) vollständig verschlossen wird,
 der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem zweiten Arbeitsanschluss (B) fluidmäßig verbunden wird, und
 der zweite Arbeitsanschluss (B) mit dem Versorgungsanschluss (P) fluidmäßig verbunden wird. 5
- 20.** Verfahren zum Betreiben eines Ventils (1) gemäß Anspruch 18 oder 19, wobei in
 der zweiten Position
 der Tankabflussanschluss (T1, T2) beider Arbeitsanschlüsse (A, B) durch die äußeren Ringstege (25, 27) vollständig verschlossen wird, und 10
 der erste Arbeitsanschluss (A) sowie der zweite Arbeitsanschluss (B) jeweils durch die inneren Ringstege (24, 26) fluidmäßig verschlossen werden. 15
- 21.** Verfahren zum Betreiben eines Ventils (1) gemäß einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei in der dritten Position
 der Tankabflussanschluss (T1, T2) beider Arbeitsanschlüsse (A, B) durch die äußeren Ringstege (25, 27) vollständig verschlossen wird, 20
 der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem zweiten Arbeitsanschluss (B) fluidmäßig verbunden wird, und
 der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem Versorgungsanschluss (P) fluidmäßig verbunden wird. 25
- 22.** Verfahren zum Betreiben eines Ventils (1) gemäß einem der Ansprüche 18 bis 21, wobei in der zweiten Endposition 30
 der Tankabflussanschluss (T1) des ersten Arbeitsanschlusses (A) durch einen äußeren Ringsteg (25) vollständig verschlossen wird,
 der Tankabflussanschluss (T2) des zweiten Arbeitsanschlusses (B) durch einen Ringspalt zwischen einem äußeren Ringsteg (27) und einer nutenförmigen Ausnehmung (37) steuerkantenfrei gedrosselt wird, 35
 der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem zweiten Arbeitsanschluss (B) fluidmäßig verbunden wird, und
 der erste Arbeitsanschluss (A) mit dem Versorgungsanschluss (P) fluidmäßig verbunden wird. 40
- 23.** Verfahren zum Betreiben eines Ventils (1) gemäß einem der Ansprüche 18 bis 22, wobei das Überführen des Kolbens (4) zwischen der ersten Endposition und einer zweiten Endposition stufenlos erfolgt. 45

50

55

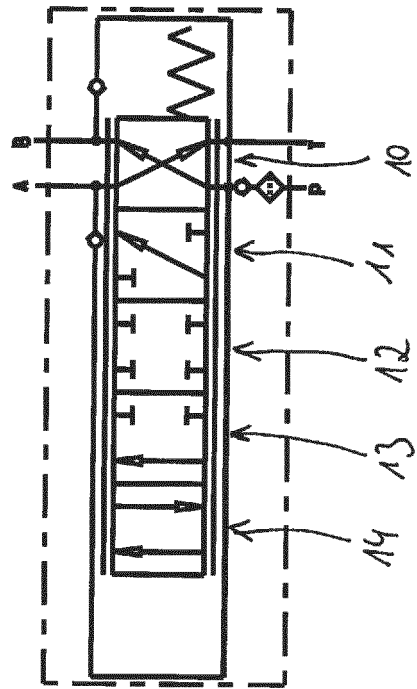


Fig. 3

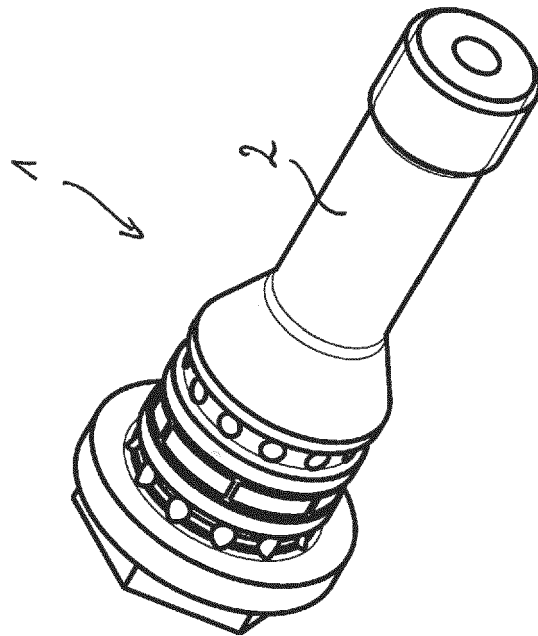
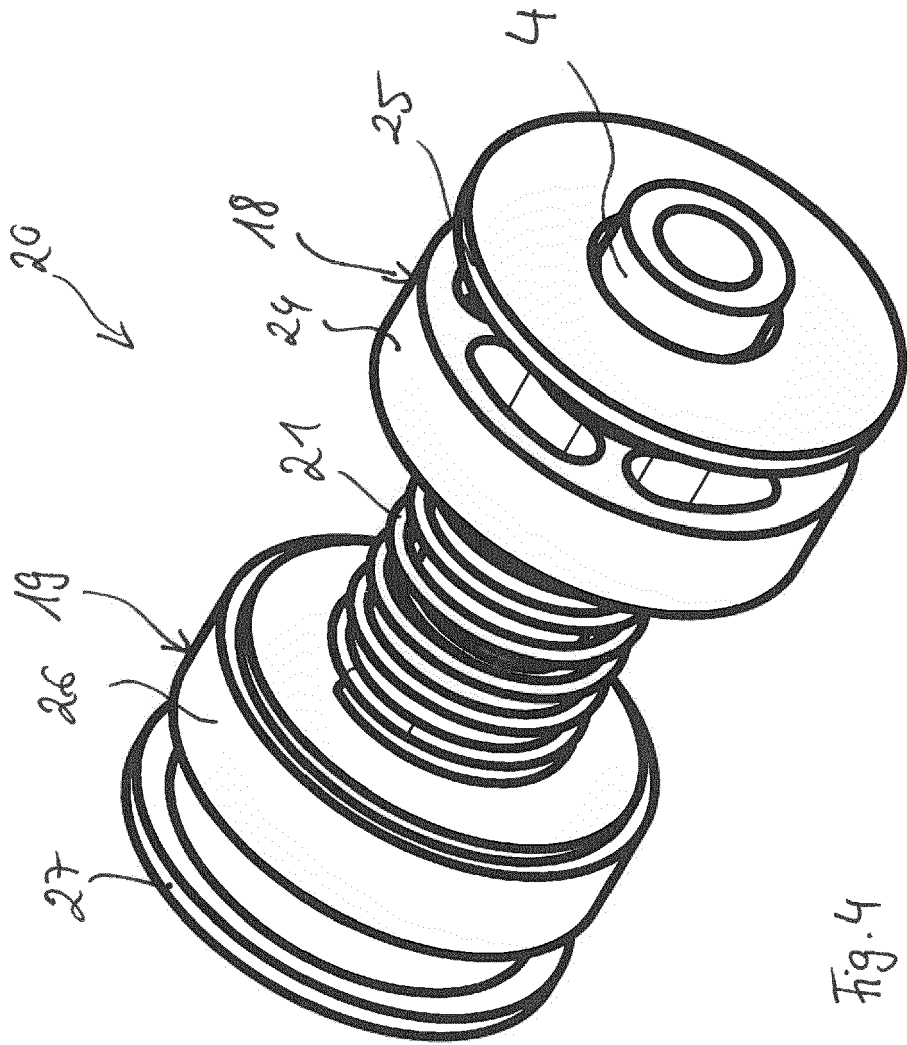
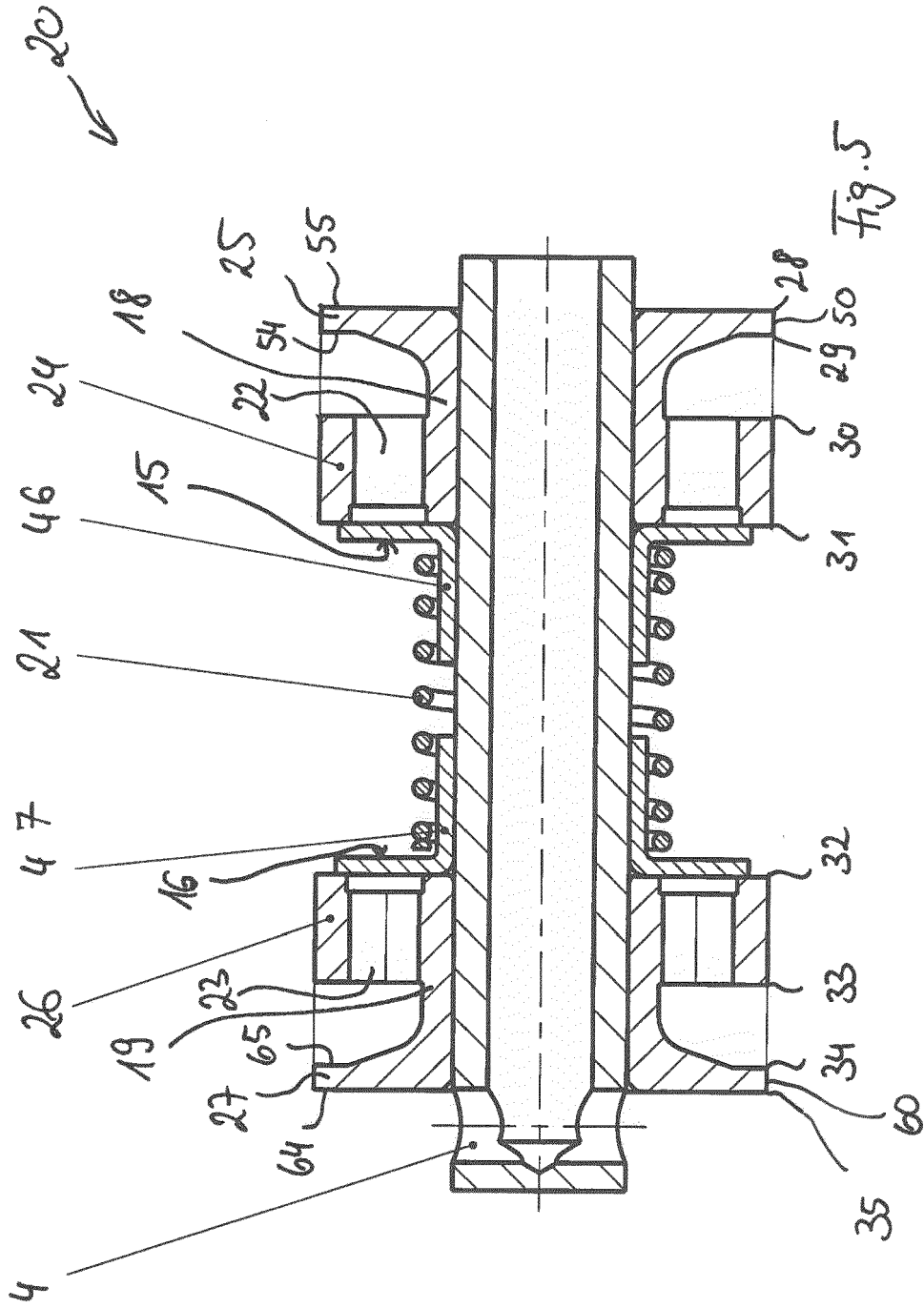
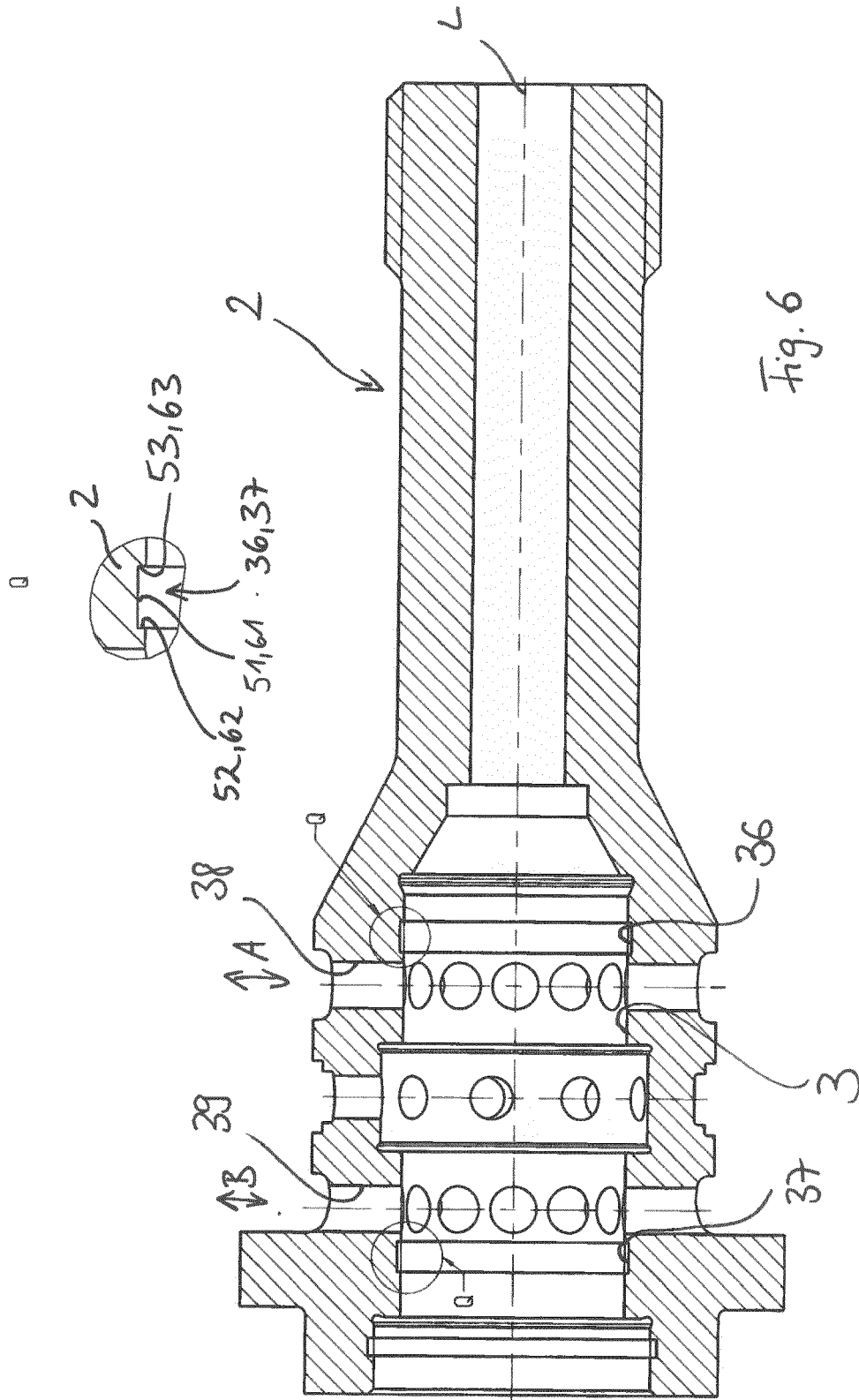


Fig. 2







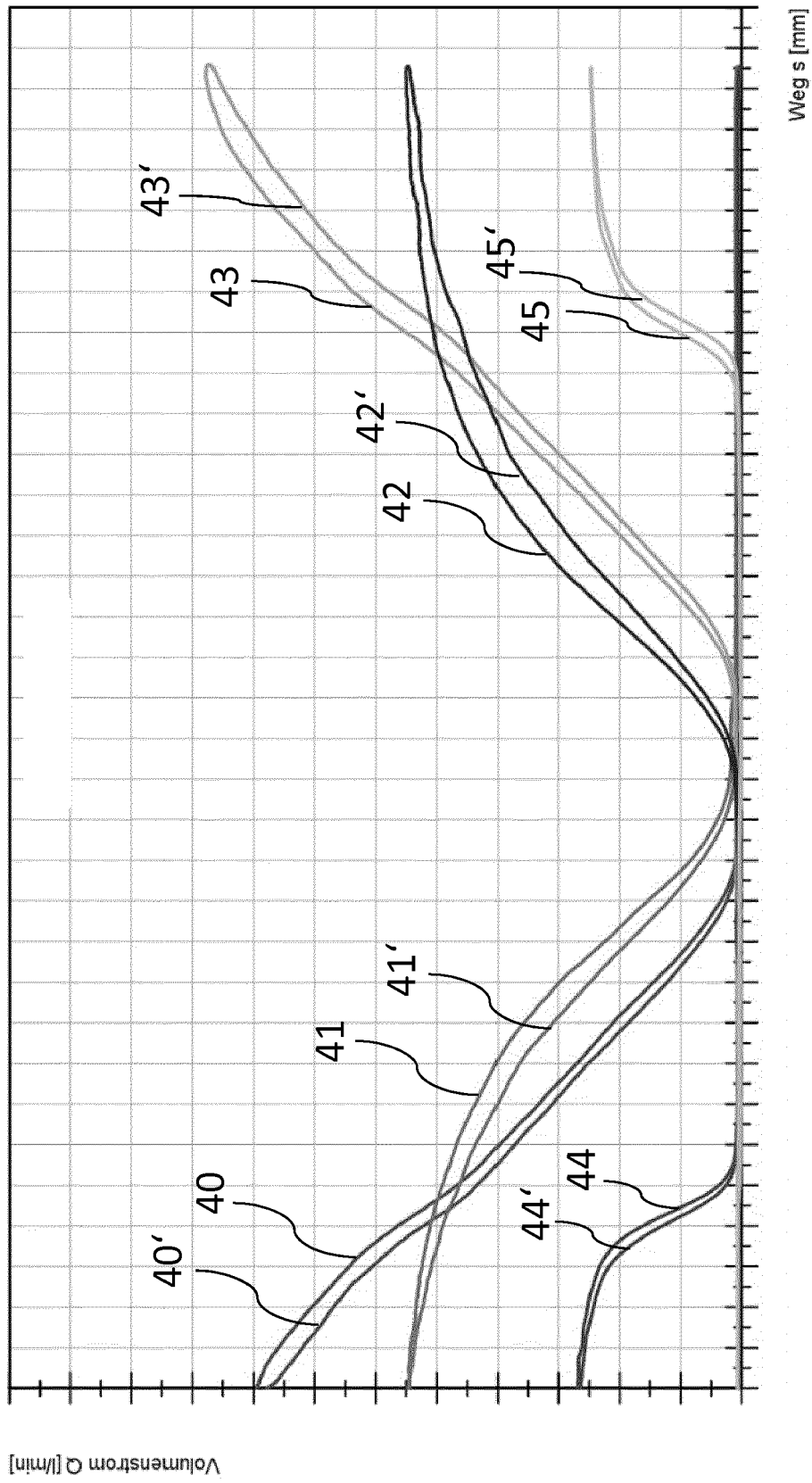
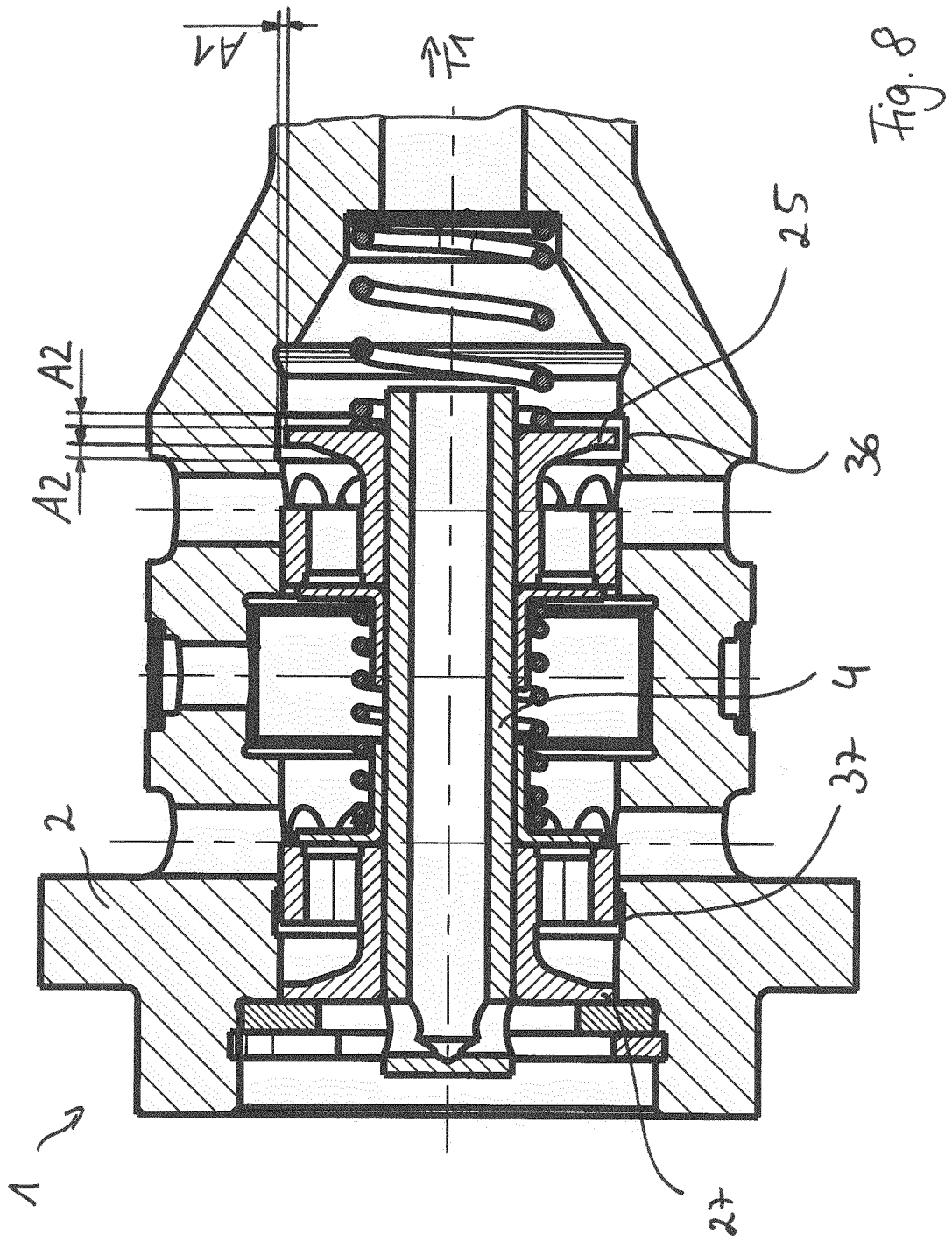


Fig. 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 15 3487

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2008 055175 A1 (DENSO CORP [JP]) 16. Juli 2009 (2009-07-16) * Absatz [0094] - Absatz [0098] * * Abbildungen 10-17 *	1-3,10, 18-23	INV. F01L1/344
A	DE 10 2010 005604 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 28. Juli 2011 (2011-07-28) * das ganze Dokument *	1-3,10, 18	
A	EP 2 905 434 A1 (HILITE GERMANY GMBH [DE]) 12. August 2015 (2015-08-12) * Absatz [0001] * * Absatz [0009] * * Absatz [0022] * * Abbildungen *	1-3,5-7, 10-15, 18-23	
A	DE 19 10 392 U (BARMAG BARMER MASCHF [DE]) 18. Februar 1965 (1965-02-18) * Seite 1, Absatz 1 * * Seite 3, Absatz 2 - Seite 4, Absatz 1 * * Anspruch 1 * * Abbildungen *	1,10,18	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) F01L F16D
A	EP 2 796 673 A1 (HILITE GERMANY GMBH [DE]) 29. Oktober 2014 (2014-10-29) * Absatz [0027] - Absatz [0033] * * Abbildungen *	1-5,9, 10,18	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. Juli 2019	Prüfer Paquay, Jeannot
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 15 3487

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-07-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102008055175 A1	16-07-2009	DE 102008055175 A1	16-07-2009
			JP 4518149 B2	04-08-2010
			JP 2009167811 A	30-07-2009
15			US 2009178635 A1	16-07-2009

	DE 102010005604 A1	28-07-2011	KEINE	

	EP 2905434 A1	12-08-2015	CN 104832239 A	12-08-2015
20			EP 2905434 A1	12-08-2015
			JP 6218129 B2	25-10-2017
			JP 2015148229 A	20-08-2015
			KR 20150099407 A	31-08-2015
			US 2015218976 A1	06-08-2015

25	DE 1910392 U	18-02-1965	KEINE	

	EP 2796673 A1	29-10-2014	CN 104110286 A	22-10-2014
			CN 104110287 A	22-10-2014
			EP 2796673 A1	29-10-2014
30			EP 2796674 A1	29-10-2014
			JP 6369966 B2	08-08-2018
			JP 6369967 B2	08-08-2018
			JP 2014214871 A	17-11-2014
			JP 2014214872 A	17-11-2014
35			US 2014311594 A1	23-10-2014

40				
45				
50				
55				

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 102006012775 A1 [0002]
- EP 2375014 A1 [0003]