



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 103 492.5**

(22) Anmeldetag: **15.02.2022**

(43) Offenlegungstag: **17.08.2023**

(51) Int Cl.: **F16K 47/10 (2006.01)**

**F16H 61/4052 (2010.01)**

(71) Anmelder:  
**Danfoss Power Solutions GmbH & Co. OHG,  
24539 Neumünster, DE**

(72) Erfinder:  
**Thoms, Reinhardt, 24361 Holzbunze, DE**

(74) Vertreter:  
**KUHLEN & WACKER Patent- und  
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,  
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

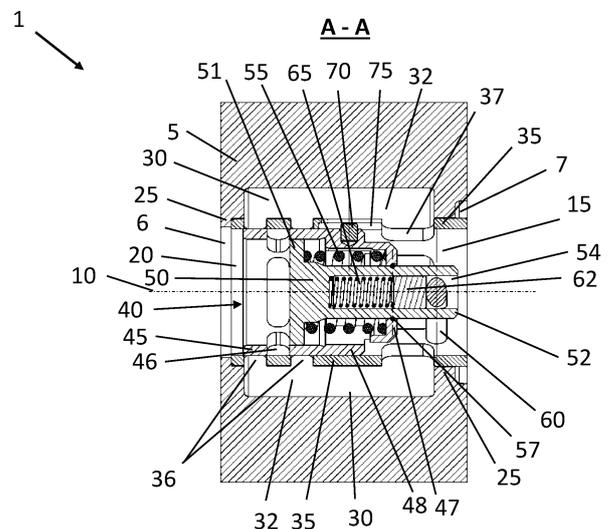
<b>DE</b>	<b>33 43 960</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2 555 334</b>	<b>A</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **DROSSELVENTILANORDNUNG FÜR HYDROSTATISCHE EINHEITEN**

(57) Zusammenfassung: Drosselventilanordnung für hydrostatische Einheiten, die ein Ventilgehäuse mit einer Durchgangsbohrung aufweist, in die eine zylindrische Buchse eingesetzt ist, deren axiale Öffnungen eine Zulauföffnung und eine Auslassöffnung des Drosselventils bilden. Eine Hinterschneidung im Ventilgehäuse bildet eine Strömungskammer radial außerhalb der Buchse. Die Buchse weist radial ausgerichtete Zulauföffnungen und Auslassöffnungen auf, um eine Flüssigkeitsverbindung zwischen der Zulauföffnung und der Auslassöffnung über die Strömungskammer zu ermöglichen. Ein axial beweglicher elastischer Ventilkörper ist koaxial in die Buchse eingesetzt und verschließt in der Ausgangsposition die Zulauföffnungen in der Buchse. Der elastische Ventilkörper ist in eine Drosselventil-Öffnungsstellung bewegbar, in der die Zulauföffnungen in der Buchse offen sind und eine hydraulische Strömung von der Zulauföffnung über die Strömungskammer zur Auslassöffnung ermöglicht wird. In der Zulaufstellung verbleibt der elastische Ventilkörper in der Ausgangsposition und ist ausgebildet, die Füllöffnungen in der Buchse zumindest teilweise zu öffnen, indem er sich gegen die Kraft einer Staudruckfeder elastisch in axialer Richtung ausdehnen kann.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft Ventile für hydrostatische Verstelleinheiten, insbesondere Drosselventile für hydrostatische Verstelleinheiten, insbesondere hydrostatische Axialkolbeneinheiten.

**[0002]** Im technischen Bereich der Hydraulik werden Ventile in vielen verschiedenen Anwendungen eingesetzt, z. B. zur Drosselung von Flüssigkeitsströmen in hydrostatischen Verstelleinheiten. So werden z.B. bei Axialkolbeneinheiten im Motorbetrieb häufig Drosselventile eingesetzt, um das Druckniveau auf der Auslassseite über einem unteren Grenzwert zu halten. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Axialkolbeneinheiten in einem offenen Kreislauf betrieben werden. Generell werden Drosselventile in Situationen eingesetzt, in denen ein freies, unkontrolliertes Entspannen / Entleeren von Hydraulikflüssigkeit nicht vorkommen soll, wie es oft der Fall ist, wenn ein Druckpotential nicht frei entspannt werden soll. So sollte z. B. die Niederdruckseite eines hydraulischen Antriebsaggregats in einer Anwendung mit geschlossenem Kreislauf nicht zur Regeneration, Kühlung und/oder Auffrischung mit maximalem Druck in einen Tank oder ein Reservoir gespült werden, da ein harter Strahl Turbulenzen und Gasblasen im Reservoir erzeugen würde, die eine Kühlung und/oder Regeneration der Hydraulikflüssigkeit behindern.

**[0003]** Dem Fachmann ist eine Vielzahl von Anwendungen bekannt, bei denen Drosselventile für hydraulische oder gasförmige Fluide eingesetzt werden können. Alle diese Anwendungen werden durch die vorliegende Erfindung abgedeckt. Zur Veranschaulichung wird die Erfindung anhand der unten beschriebenen Anwendung für hydraulische Axialkolbeneinheiten erläutert, die beispielsweise in einem offenen Hydraulikkreislauf betrieben werden.

**[0004]** Axialkolbeneinheiten weisen typischerweise einen rotierenden Zylinderblock auf, in dem Zylinderbohrungen angeordnet sind. Jede Zylinderbohrung nimmt einen hin- und herbewegbaren Verdrängerkolben auf, so dass zwischen dem Verdrängerkolben und der Zylinderbohrung ein Druckraum eingeschlossen ist. Es gibt zwei grundlegende Konstruktionsprinzipien von hydrostatischen Axialkolbeneinheiten: Schrägscheibeneinheiten, die eine kippbare Schrägscheibe aufweisen, auf der die Verdrängerkolben gleiten können, wenn sich die Kolben zusammen mit dem Zylinderblock drehen. Bei der anderen Bauart - Schrägachseneinheiten - kann eine Mittellinie des Zylinderblocks relativ zu einer Mittellinie einer rotierenden Welle geneigt werden. Unabhängig von der konkreten Ausführung werden die Kolben durch den hydraulischen Druck in den Druckkammern gegen eine Gleitfläche gedrückt.

**[0005]** Der Druck in einer oder mehreren Druckkammern kann niedrig sein, z. B. weil die Druckkammern mit einem Auslass des Hydraulikaggregats verbunden sind, z. B. mit einem Tank oder Reservoir eines offenen Hydraulikkreislaufs. In diesem Fall können kinematische Kräfte dazu führen, dass die Verdrängerkolben von der Gleitfläche abheben, da der niedrige hydraulische Druck in den Druckkammern möglicherweise nicht hoch genug ist oder keine ausreichende Gegenkraft gegen die kinematischen Kräfte erzeugt werden kann, um ein Abheben der Verdrängerkolben und/oder ihrer Führungsschuhe von der Gleitfläche zu verhindern. Dieses Abheben führt nicht nur zu einem schlechten Betriebsverhalten des Hydraulikaggregats, wie z.B. Geräusentwicklung und starkem Verschleiß von Bauteilen, sondern kann im schlimmsten Fall auch zur Zerstörung des Hydraulikaggregats führen.

**[0006]** Um das Abheben zu vermeiden, kann in der Auslassleitung der hydrostatischen Einheit eine Drosseleinrichtung vorgesehen werden, um den Druck in der Auslassleitung/im Kanal über einem erforderlichen Mindestreferenzdruck zu halten und eine (Gegen-)Kraft auf die Verdrängerkolben zu erzeugen, um den Kontakt mit der Gleitfläche aufrecht zu erhalten.

**[0007]** Ein Problem tritt jedoch auf, wenn die Richtung des Flüssigkeitsstroms durch die Leitungen des Hydrauliksystems umschaltbar/bidirektional sein soll, d. h. wenn der Ausgang zum Eingang werden soll und umgekehrt, beispielsweise bei reversiblen Hydraulikmotoren. Der hydraulische Fluss durch eine Eingangsleitung darf jedoch nicht gedrosselt werden, da dies zu einem Verlust an Effizienz führen würde. Darüber hinaus ist es eine ständige Aufgabe, die Abmessungen von Hydraulikeinheiten zu minimieren, um die Konstruktionsfreiheit zu erhöhen und die Gesamtabmessungen der hydrostatischen Einheit/des Systems zu verringern.

**[0008]** Auf dem Markt gibt es technische Lösungen, um das beschriebene Problem zu lösen. Bei diesen Konstruktionen handelt es sich in der Regel um Ventile, die auf Anschlüsse von Hydraulikaggregaten montiert werden und meist als Sitzventile oder Sitzventile ausgeführt sind. Die Anordnung und der Abstand der Anschlüsse zu den Druckräumen, aber auch die Peripherie der hydraulischen Anwendung schränken den zur Verfügung stehenden Bauraum und damit die Durchflussleistung durch diese aus der Technik bekannten Drosselventillösungen ein. Drosseleinrichtungen müssen einen geringen Druckabfall sowie eine hohe Durchflussmenge / Durchflusskapazität beim Befüllen / Speisen von Druckkammern bereitstellen, aber auch eine hohe Durchflussmenge / Durchflusskapazität beim Ablassen / Entleeren der Druckkammer oberhalb eines vorgegebenen minimalen Niederdrucks, um eine

Wirkungsgradminderung des Hydraulikaggregats zu vermeiden. Gleichzeitig sollte das Drosselventil / die Drosselvorrichtung so wenig Platz wie möglich beanspruchen, um z.B. für eine Vielzahl von hydraulischen Geräten einsetzbar zu sein.

**[0009]** Es ist daher ein Ziel der Erfindung, ein Drosselventil für Hydraulikaggregate bereitzustellen, das in der Lage ist, einen Fluidstrom zwischen einem höheren Druckniveau und einem niedrigeren Druckniveau in nur einer Richtung zu drosseln. In der anderen Richtung soll der Fluidstrom nicht gedrosselt werden und der Strömungswiderstand durch das Drosselventil in Füllrichtung soll möglichst gering sein. Gleichzeitig ist es wichtig, dass das Drosselventil/die Drosselvorrichtung geringe Abmessungen aufweist und in einem hydrostatischen System/einer hydrostatischen Einheit nur ein minimalen Bauraum beansprucht.

**[0010]** Auch wenn oben im Zusammenhang mit Axialkolbeneinheiten beschrieben, ist die Anwendung von Drosselventilen, insbesondere von erfindungsgemäßen Drosselventilen, nicht auf die oben beschriebene Anwendung in Axialkolbeneinheiten beschränkt und kann auch im Zusammenhang mit anderen Arten von hydraulischen Systemen/Aggregaten angewendet werden.

**[0011]** Die Aufgabe wird durch eine Drosselklappenanordnung nach Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den davon abhängigen Unteransprüchen beschrieben.

**[0012]** Eine erfindungsgemäße Drosselventilanordnung für hydrostatische Aggregate ist als Schiebventil ausgeführt und weist ein Ventilgehäuse mit einer Durchgangsbohrung auf, die eine axiale Richtung des Drosselventils definiert. Eine der beiden axialen Öffnungen der Durchgangsbohrung bildet eine Zulauföffnung des Drosselventils und die andere Öffnung bildet eine Ablauföffnung. Zwischen der Zulauföffnung und der Ablauföffnung ist im Ventilgehäuse ein Hinterschnitt ausgebildet, der in axialer Richtung durch zwei beidseitige Stirnwände begrenzt ist. Je nach dem für das Drosselventil gewählten Herstellungsverfahren und den betrieblichen Anforderungen an das Drosselventil können die Stirnwände einstückig mit dem Gehäuse ausgebildet sein, was zu einer hohen mechanischen Stabilität des Ventils führt. Alternativ können die Stirnwände auch als separate Teile am Gehäuse befestigt werden, was Fertigungsalternativen für das Ventilgehäuse und die weiteren Komponenten der Drosselklappenanordnung ermöglicht.

**[0013]** In die Durchgangsbohrung ist eine zylindrische Buchse eingesetzt, die an den Stirnwänden, z.B. durch Einpressen, befestigt werden kann. Außerhalb bzw. radial außerhalb der Buchse bildet

der Hinterschnitt einen Durchflußkanal im Gehäuse. Der Durchflußkanal ist in axialer Richtung durch die beiden Stirnwände begrenzt und wird in radialer Richtung zwischen der Außenfläche der Buchse und der Innenfläche des Hinterschnitts gebildet. Die Buchse weist axiale Öffnungen auf, die die Auslassöffnung und die Zulauföffnung des Drosselventils bilden oder mit diesen verbunden sind. Die Buchse weist weiterhin radial ausgerichtete Öffnungen auf der Einlassseite und radial ausgerichtete Öffnungen auf der Auslassseite auf, die alle an den jeweiligen Endabschnitten der Buchse angeordnet sind, um einen Flüssigkeitskanal zwischen der Zulauföffnung und der Auslassöffnung des Ventilgehäuses über die von der Hinterschneidung und der Buchse gebildete Strömungskammer zu ermöglichen. Dies bedeutet z.B., dass Hydraulikflüssigkeit über den Zulauf an der Zulauföffnung in das Ventilgehäuse eintreten kann und durch die zulaufseitigen radialen Öffnungen in der Buchse in den Strömungsraum außerhalb/radial außerhalb der Buchse geleitet werden kann, um von dort über die ablaufseitigen radialen Öffnungen in der Buchse wieder in die Buchse einzutreten und zur Ablaufseite/Öffnung des Drosselventils geleitet zu werden. Generell und erfindungsgemäß ist dieser Strömungsweg auch umgekehrt, d.h. von der Auslassöffnung zur Zulauföffnung, möglich.

**[0014]** Zwischen der Zulauföffnung und der Auslassöffnung an den Endabschnitten der Buchse ist eine axial bewegliche, elastische Ventilkörperbaugruppe angeordnet, die ein hohles Gleitelement aufweist, das abgedichtet in der Buchse gleitend geführt ist. Die allgemeine Funktionsweise einer erfindungsgemäßen Drosselklappenanordnung ist wie folgt:

Der elastische Ventilkörper des erfindungsgemäßen Drosselventils wird durch eine Schließfeder in seiner Ausgangsstellung gehalten, in der keine äußeren Kräfte auf die Drosselventilanordnung wirken. In dieser Stellung überlappen die im elastischen Ventilkörper ausgebildeten radialen Öffnungen und die radial ausgerichteten Öffnungen der Zulauföffnung in der Buchse nicht, so dass eine Strömung über die radial außerhalb der Buchse ausgebildete Strömungskammer unterbunden ist. Die radialen Öffnungen in der Buchse auf der Auslassseite sind offen. Das heißt, die erfindungsgemäße Drosselklappenanordnung ist in der Ausgangsstellung des elastischen Ventilkörpers geschlossen.

**[0015]** Bei Auftreten einer zulaufseitigen Kraft wird der axial bewegliche, elastische Ventilkörper gegen die Kraft der Schließfeder zur Druckseite hinbewegt, wodurch die radial ausgerichteten Öffnungen des elastischen Ventilkörpers und der zulaufseitigen Buchse in maximale Überlappung gebracht werden, d.h. eine geringste Strömungsbegrenzung von der Zulauf- zur Druckseite ermöglicht wird. Auch hier

sind die radialen Öffnungen in der druckseitigen Buchse ständig offen. Bei Auftreten einer zulaufseitigen Kraft wird der axial bewegliche, elastische Ventilkörper gegen die Kraft der Schließfeder zur Druckseite hinbewegt, wodurch die radial ausgerichteten Öffnungen des elastischen Ventilkörpers und der zulaufseitigen Buchse in maximale Überlappung gebracht werden, d.h. eine geringste Strömungsbegrenzung von der Zulauf- zur Druckseite ermöglicht wird. Auch hier sind die radialen Öffnungen in der druckseitigen Buchse ständig offen.

**[0016]** Wenn eine Kraft an der Auslassseite wirkt, bewegt die Schließfeder den elastischen Ventilkörper in Richtung der Zulaufseite, d. h. im Wesentlichen in seine Ausgangsstellung. Zusätzlich wirkt die Druckkraft an der Auslassseite auch auf einen Bodenbereich des elastischen Ventilkörpers und kann die Staudruckfeder zusammendrücken, wenn die durch den Druck erzeugte Kraft groß genug ist. Durch das Zusammendrücken der Staudruckfeder werden die radial ausgerichteten Öffnungen im elastischen Ventilkörper zumindest teilweise in Überlappung mit den radial ausgerichteten Öffnungen in der Buchse am zulaufseitigen Ende gebracht, wenn sich der elastische Ventilkörper in axialer Richtung ausdehnt. Durch die Ausdehnung des elastischen Ventilkörpers in axialer Richtung wird der Strömungsweg über die Durchflusskanal freigegeben, da die radialen Öffnungen in der ablaufseitigen Buchse ständig offen sind und Flüssigkeit in den Durchflusskanal eintreten kann. Damit wird eine Abflussströmung mit Staudruckfunktionalität, d.h. Aufrechterhaltung eines Staudrucks während der Abflussströmung, ermöglicht.

**[0017]** Im Allgemeinen kann der elastische Ventilkörper auf beiden Seiten, der Zulaufdruckseite und der Auslassdruckseite, mit einer Druckkraft beaufschlagt werden, wobei der Verfahrensweg des elastischen Ventilkörpers z.B. durch Endanschläge in Abhängigkeit von der Position und der axialen Breite der radialen Öffnungen in der Buchse und im Ventilkörper selbst definiert ist. Der eine Endanschlag ist erreicht, wenn alle radialen Öffnungen auf der Seite der Zulauföffnung vollständig geöffnet sind bzw. sich überlappen, d.h. in der Zulaufstellung. Der andere Endanschlag ist erreicht, wenn alle radialen Öffnungen auf der Zulaufseite geschlossen sind, d.h. in der Ausgangsposition mit nicht expandiertem elastischen Ventilkörper, d.h. wenn die Staudruckkraft geringer ist als die Kraft der Staudruckfeder.

**[0018]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die radialen Öffnungen an der Auslassseite der Buchse in jeder Stellung des elastischen Ventilkörpers offen, und die Endanschläge zur Begrenzung des Verfahrenswegs des elastischen Ventilkörpers sind durch eine in axialer Richtung verlängerte Durchgangsbohrung durch den elastischen

Ventilkörper ausgeführt, wobei die Durchgangsbohrung von einem mit der Buchse stationären Stift oder dergleichen durchsetzt ist.

**[0019]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der elastische Ventilkörper ein Gleitstück mit einem im wesentlichen becherförmigen Querschnitt auf, d.h. er weist eine hohlzylindrische Form auf, wobei eine Seite der zylindrischen Form - die dem Auslassende der Buchse zugewandte Seite - durch eine Bodenfläche verschlossen ist. Am zylindrischen Teil, bevorzugt am zulaufseitigen Endabschnitt, weist das hohle Gleitelement radial ausgerichtete Öffnungen auf, die mit den radial ausgerichteten Öffnungen an der Zulaufseite der Buchse in eine Überlappungsposition gebracht werden können.

**[0020]** Der axial bewegliche, elastische Ventilkörper weist ferner ein Federsitzelement mit T-förmigem Querschnitt auf, das durch das Gleitstück axial beweglich geführt wird. Ein Kopfbereich des T- oder pilzförmigen Federsitzelements, d.h. ein Bereich mit größerem Durchmesser, ist zur Zulauföffnung hin ausgerichtet und dichtet vorzugsweise mit seiner umlaufenden Außenfläche mit der Innenfläche des Gleitstücks ab. Ein Schaftbereich mit einem geringeren Durchmesser im Vergleich zum Kopfbereich ragt durch die Bodenfläche/-bereich des Gleitstücks. Aus diesem Grund ist ein Loch in der Bodenfläche des becherförmigen Gleitstücks vorgesehen. Der Schaftbereich bildet nicht unbedingt eine flüssigkeitsdichte Verbindung mit dem Bodenbereich des Gleitstücks.

**[0021]** In der der elastischen Ventilkörpergruppe ist zwischen dem Kopfbereich des pilzförmigen Federsitzelements und dem Boden des becherförmigen Gleitstücks eine Staudruckfeder um den Schaftbereich vorgespannt angeordnet. Ein Sicherungselement, z.B. ein Sicherungsring, auf dem vorstehenden Teil des Schafts begrenzt den Verfahrensweg des Federsitzelements relativ zum Gleitstück in Expansionsrichtung der Staudruckfeder, d.h. in Richtung der Zulauföffnung des Drosselventilgehäuses. Der Schaftbereich des Federsitzelements weist ferner ein axiales Sackloch und ein radial angeordnetes Langloch auf, durch das ein Stift führt, der den Schaftbereich relativ zur Buchse festhält. Eine in dem Sackloch untergebrachte Schließfeder ist zwischen dem an der Buchse angebrachten Stift und dem Federsitzelement vorgespannt und drückt dadurch die elastische Ventilkörpergruppe in Richtung der Zulauföffnung, wobei das Langloch im Schaft den axialen Verfahrensweg des elastischen Ventilkörpers innerhalb der Buchse begrenzt.

**[0022]** Vorzugsweise ist die Nachgiebigkeit der Schließfeder höher als die Nachgiebigkeit der Staudruckfeder. Mit anderen Worten: Zum Zusammendrücken der Schließfeder ist weniger Kraft erforderlich

als zum Zusammendrücken der Staudruckfeder. Die Kraft der Schließfeder stellt die Öffnungskraft des Drosselventils auf der Zulaufseite dar, d.h. in Nicht-Drosselrichtung. Die Staudruckfeder hingegen stellt die Öffnungskraft des Drosselventils in Drosselrichtung dar, d.h. die Kraft der Staudruckfeder bestimmt den Staudruck in Hydraulikleitungen, die an die Auslassseite des erfindungsgemäßen Drosselventils angeschlossen werden können.

**[0023]** Um die nicht eingeschränkte Zulauf und die begrenzte Auslassfunktion zu ermöglichen, weist die Buchse vorzugsweise zwei Reihen von radial ausgerichteten Zulauföffnungen auf der Zulaufseite auf, wobei vorzugsweise beide Reihen für die Zulauffunktion und nur eine Reihe für die Auslassfunktion mit Staudruckhaltefunktion verwendet werden.

**[0024]** Insbesondere wenn auf der Zulaufseite und auf der Auslassseite des Drosselventils keine oder ausgeglichene hydraulische Kräfte wirken, drückt die Schließfeder - die in der Sackbohrung des Schafts des Federsitzelements gegen den Stift, der den Schaft mit der Buchse verbindet, vorgespannt ist - die elastische Ventilkörpergruppe zur Zulauföffnung hin in die Ausgangsstellung des Drosselventils, in der alle zulaufseitigen radialen Öffnungen in der Buchse durch das Gleitstück verschlossen sind, d.h. die jeweiligen radial ausgerichteten Öffnungen in der Buchse und im Gleitstück überlappen sich nicht.

**[0025]** Somit ist der Strömungsweg über die Strömungskammer geschlossen, obwohl die radialen Öffnungen in der Buchse auf der Auslassseite offen bleiben.

**[0026]** Wenn die hydraulischen Kräfte an der Zulauföffnung größer sind als an der Auslassöffnung, wird die Schließfeder so weit zusammengedrückt, bis der Stift in dem Langloch im Schaft des Gleitstücks den axialen Verfahrensweg des elastischen Ventilkörpers, insbesondere den Schaftbereich des Federsitzelements, begrenzt. Erfindungsgemäß ist die Länge und Position des Langlochs im Schaftbereich so festgelegt, dass der Verfahrensweg des Ventilkörpers in Richtung der Zulauföffnung in eine Zulaufstellung der Drosselventilanordnung an einer Position endet, in der bevorzugt alle radialen Öffnungen in der Buchse auf der Zulauföffnungsseite offen sind und ein maximaler Durchfluss von der Zulaufseite zur Auslassöffnung über den Strömungsraum im Drosselventilgehäuse ermöglicht wird. Die hydraulische Strömung tritt über die stets offenen radialen Öffnungen in der Buchse an ihrem auslassseitigen Teil wieder in die Buchse ein. Dabei sind die radialen Öffnungen am Auslassende der Buchse vorzugsweise breiter ausgebildet als die am zulaufseitigen Endabschnitt, und vorzugsweise breiter als beide Reihen der zulaufseitigen Öffnung zusammen.

**[0027]** Um diese Zulaufstellung der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung zu erreichen, muss lediglich die Kraft der Schließfeder überwunden werden. Daher kann die Schließfeder relativ schwach bzw. relativ nachgiebig ausgelegt werden, da die Funktion der Schließfeder lediglich darin besteht, den elastischen Ventilkörper in seine Ausgangsposition zu bewegen, wenn die Drosselventilanordnung frei von äußeren Kräften ist.

**[0028]** Wenn die hydraulischen Kräfte an der Auslassöffnung größer sind als die an der Zulauföffnung, wird der elastische Ventilkörper mit dem Gleitstück in Richtung Zulauföffnung bewegt, bis der Stift im Langloch die Bewegung begrenzt. Weiter wirken Druckkräfte auf den Bodenbereich des becherförmigen Gleitstücks und können die Staudruckfeder zusammendrücken, so dass die axiale Länge des elastischen Ventilkörpers zunimmt und sich die radialen Öffnungen im Gleitstück zumindest teilweise mit mindestens einer Reihe der radialen Öffnungen in der Buchse an ihrem ladeseitigen Endabschnitt überlappen können. Dadurch wird der Schaftbereich des T-förmigen Federsitzelements durch den Stift, der durch das axial langgestreckte radiale Loch im Schaftbereich hindurchgeht und das Federsitzelement axial mit der Buchse fixiert, in seiner Ausgangsstellung gehalten. Aus dieser Erläuterung entnimmt der Fachmann, dass die Kraft der Staudruckfeder den Staudruck bestimmt, der durch die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung im Hydrauliksystem, z.B. an der Auslassseite einer hydraulischen Axialkolbeneinheit, aufrechterhalten werden kann. Wenn der Staudruck auf der Auslassseite unter die Kraft der Staudruckfeder sinkt, wird das Gleitstück des elastischen Ventilkörpers von der Staudruckfeder in Richtung der drucklosen Ausgangsposition bewegt, wodurch die Drosselventilanordnung geschlossen wird.

**[0029]** Bevorzugt handelt es sich bei dem Ventilgehäuse um ein im Allgemeinen rotationssymmetrisches zylindrisches Teil, das z.B. durch Drehen, 3D-Fräsen, 3D-Drucken oder jede andere Herstellungsart hergestellt wird, die einem Fachmann auf dem Gebiet bekannt ist.

**[0030]** Bevorzugt weist die Hinterschneidung im Ventilgehäuse ebenfalls eine zylindrische Form auf, ist coaxial zu einer Durchgangsbohrung im Ventilgehäuse angeordnet und bildet eine Ringkammer im Ventilgehäuse außerhalb der Buchse. Dadurch wird die Strömung der Hydraulikflüssigkeit in der Hinterschneidung gleichmäßig verteilt und Bereiche mit erhöhtem Druck - z.B. Bereiche, in denen die Strömung der Hydraulikflüssigkeit durch die Geometrie behindert wird - werden minimiert. Wie ein Fachmann erkennt, lassen sich rotationssymmetrische Teile, insbesondere zylindrisch geformte Teile,

besonders gut mit den oben erwähnten Fertigungsverfahren herstellen.

**[0031]** Bevorzugt bleibt die Drehposition der Buchse in Bezug auf den elastischen Ventilkörper fixiert, was durch eine Stift-Axialnut-Verbindung zwischen diesen beiden Teilen gewährleistet werden kann, insbesondere in Bezug auf den zylindrischen Teil des hohlen Gleitstücks, so dass die radialen Öffnungen in beiden Teilen in maximale Überlappung oder Schließposition gebracht werden können. Dazu sollte das T-querschnittsförmige Federsitzelement auch gegen eine Verdrehung gesichert werden, da eine solche Verdrehung auf das becherförmige Gleitstück übertragen werden könnte, z.B. über die axiale Sicherung am Schaftteil. Aus diesem Grund kann der Stift sowohl mit der Buchse als auch mit dem Ventilgehäuse in funktionaler Wechselwirkung stehen. Wichtig ist jedoch, dass der elastische Ventilkörper, genauer gesagt das Federsitzelement, in der Lage ist, sich in axialer Richtung in Bezug auf die Buchse zu bewegen, selbst wenn die Drehstellung der beiden Teile zueinander fixiert ist.

**[0032]** In einer Ausführungsform der Erfindung kann sich die Baugruppe aus Buchse und elastischem Ventilkörper im Inneren des Ventilgehäuses drehen, wenn der Hinterschnitt zylindrisch ausgebildet ist.

**[0033]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann der Stift auch am Gehäuse des Ventils befestigt werden, wodurch die Drehposition der Buchse in Bezug auf das Ventilgehäuse und damit auch die Drehposition des elastischen Ventilkörpers fixiert wird. Je nach der Art der funktionellen Verbindung zwischen dem Stift und der Buchse kann der Stift auch die translatorische Position in axialer Richtung der Buchse in Bezug auf das Ventilgehäuse fixieren. Die translatorische Position kann aber auch dadurch fixiert werden, dass die Buchse gegen eine Schulter im Gehäuse gedrückt wird, z.B. durch Einpressen oder Schweißen, Löten oder Kleben der Buchse in das Ventilgehäuse.

**[0034]** In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform weist das becherförmige Gleitstück eine abgestufte Form mit einem geringeren Durchmesser auf der Auslassseite auf. Eine solche Ausführung ist vorteilhaft, wenn eine relativ lange Staudruckfeder verwendet werden soll, da sich der zylindrische Teil des Gleitstücks, wenn sich die Drosselventilanordnung in der Füll-/Zulaufstellung befindet, nicht mit den radialen Auslassöffnungen in der auslassseitigen Buchse überlappen soll, d.h. der elastische Ventilkörper ist in seiner Ausgangsstellung, in der der Flüssigkeitsströmung von der Zulauföffnung zur Auslassöffnung mit möglichst geringen Strömungsbeschränkungen ermöglicht werden soll. Wenn also aufgrund der Federkraftcharakteristik relativ lange Staudruckfedern verwendet werden sol-

len, muss ein Kompromiss zwischen der axialen Länge des Ventilgehäuses und dem becherförmigen Gleitstück gefunden werden. Die Verwendung eines gestuften Designs des becherförmigen Gleitstücks kann eine konstruktive Alternative darstellen, macht jedoch die Herstellung des becherförmigen Gleitstücks komplizierter.

**[0035]** Die zulaufseitigen Radialöffnungen und/oder die auslassseitigen Radialöffnungen in der Buchse und/oder die Radialöffnungen im Gleitstück können eine kreisförmige, langlochartige Gestaltung aufweisen oder als Schlitze ausgebildet sein. Alle radialen Öffnungen können komplementär zueinander ausgebildet sein, d.h. sie können/sollten so gestaltet sein, dass sie sich in der Drosselventil-Zulauf-/Öffnungs-/Systemfüllposition vollständig überlappen. Zumindest die radialen Zulauföffnungen in der Buchse sollten vollständig geöffnet werden können, um keinen Engpass im Strömungsweg zu bilden. Die Öffnungen in der Buchse können aber auch anders geformt sein als die Öffnungen im Gleitstück. Zusätzlich oder alternativ können die radialen Zulauföffnungen auf der Seite der Zulauföffnung in der Buchse und/oder im Gleitstück des elastischen Ventilkörpers die gleiche Form oder eine andere Form aufweisen als die Öffnungen auf der Auslassseite der Buchse.

**[0036]** Bevorzugt kann die Schließfeder in einer Sackbohrung des Schaftbereichs des T-förmigen Federsitzelements angeordnet sein, durch die ein Stift in radialer Richtung hindurchgeführt wird, z.B. durch eine radiale Bohrung im Schaftbereich bzw. zwei Langlöcher, die einander gegenüberliegend in der Zylinderoberfläche des Schaftbereichs angeordnet sind. Auf der dem Grund der Sackbohrung gegenüberliegenden Seite stützt sich die Schließfeder bevorzugt auf einem Schieber ab, der an dem Stift anliegt und in der Sackbohrung des Stiels verschiebbar ist.

**[0037]** Der Schieber kann z.B. ein Rollkörper sein, die in der Sackbohrung im Schaftbereich des Federsitzelements geführt wird. Der Schieber kann aber auch ein anderes Bauteil sein, das in der Lage ist, die Reibungskräfte zu reduzieren, wenn das Ventil zwischen seinen Positionen oder Funktionalitäten schaltet, d.h. wenn variable Druckkräfte auf der Auslassseite der Drosselventilanordnung wirken. So können zum Beispiel auch Komponenten mit guten Gleiteigenschaften durch ein bestimmtes reibungsminderndes Material oder eine Beschichtung zur Bildung des Schiebers vorgesehen sein.

**[0038]** Das Ventilgehäuse kann eine Vielzahl von axial ausgerichteten Durchgangslöchern aufweisen und kann an Hydraulikflanschen, Hydraulikschläuchen oder Hydraulikrohren angebracht werden, z.B. mit Hilfe von Schrauben, die die Durchgangslöcher

durchdringen und mit dem Gerät zusammenarbeiten, an dem das Ventilgehäuse befestigt werden soll.

**[0039]** Das Ventilgehäuse kann weiterhin eine O-Ring-Nut an der Seite der Zulauföffnung und/oder der Auslassöffnung des Gehäuses aufweisen, um einen O-Ring aufzunehmen, der die Drosselventilanordnung gegenüber anderen Komponenten einer hydraulischen oder hydrostatischen Einheit/eines Systems abdichten kann, an die das Drosselventil angeschlossen werden kann. Nach der Befestigung der Drosselventil an einer der oben genannten Komponenten oder an einer anderen Komponente einer hydrostatischen Einheit verformt die Kraft, die das Drosselventilgehäuse gegen die Komponente drückt, den in der Nut installierten O-Ring, so dass eine flüssigkeitsdichte Verbindung hergestellt wird. Zusätzlich kann die Verbindung geeignet sein, die Längsposition der Buchse in Bezug auf das Drosselventilgehäuse zu fixieren, z.B. wenn das zusätzliche Bauteil mit der Buchse in Kontakt steht und dadurch die Buchse gegen eine Schulter im Drosselventilgehäuse gedrückt wird.

**[0040]** Anhand der beigefügten Figuren werden bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung näher erläutert, um das Verständnis des zugrunde liegenden Erfindungsgedankens zu verbessern. Die vorliegenden Ausführungsformen schränken den Umfang des Erfindungsgedankens nicht ein, sondern stellen nur eine mögliche Ausführungsvariante dar, an der nach den Kenntnissen eines einschlägigen Fachmanns Änderungen vorgenommen werden können, ohne den Umfang der Erfindung zu verlassen. Daher sind alle diese Modifikationen und Änderungen durch die beanspruchte Erfindung abgedeckt. In den Figuren ist gezeigt, in:

**Fig. 1** eine Schnittdarstellung einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung in einer ersten Stellung;

**Fig. 2** eine Schnittdarstellung der Ausführungsform von **Fig. 1** in einer zweiten Position;

**Fig. 3** eine Schnittdarstellung der Ausführungsform von **Fig. 1** in einer dritten Stellung;

**Fig. 4** eine Schnittansicht der Ausführungsform von **Fig. 1** in einer vierten Position;

**Fig. 5** die Ausführungsform von **Fig. 1** in einer Draufsicht auf die Auslassseite;

**[0041]** Die **Fig. 1** bis **Fig. 5** zeigen eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung, wobei sich gleiche Bezugsziffern auf gleiche Teile beziehen. Alle Schnittansichten der **Fig. 1** bis **Fig. 4** sind entlang der Schnittebene vorgenommen, die in **Fig. 5** mit der Linie A-A bezeichnet ist.

**[0042]** Die bevorzugte Ausführungsform ist in drei verschiedenen Drucksituationen dargestellt, wobei **Abb. 1** die bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung in ihrer Ausgangsposition zeigt, in der kein oder ein ausgeglichener Druck auf beide Seiten des Drosselventils wirkt. In **Abb. 2** ist die Einlass- oder Zulaufsituation dargestellt, bei der der Druck an der Zulauföffnung 20 höher ist als der an der Auslassöffnung 15. Ein Flüssigkeitsstrom von der Zulauföffnung 20 zur Auslassöffnung 15 ist mit Hilfe von Pfeilen angedeutet. In den **Abb. 3** und **Abb. 4** ist die Drucksituation umgekehrt, d.h. der Druck an der Auslassöffnung 15 ist höher als an der Zulauföffnung 20. Die bevorzugte Ausführungsform für ein erfindungsgemäßes Drosselventil befindet sich hier in seiner Drosselfunktionsstellung, in der ein Flüssigkeitsstrom - durch die Pfeile angedeutet - von der Auslassöffnung 15 zur Zulauföffnung 20 ermöglicht wird. Die in **Abb. 3** gezeigte Anordnung stellt eine Zwischenstellung dar. Die Anordnung von **Fig. 4** stellt die vollständig geöffnete Drosselstellung eines erfindungsgemäßen Drosselventils dar.

**[0043]** **Fig. 1** zeigt eine Schnittdarstellung einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung 1, die ein Ventilgehäuse 5 mit einer Durchgangsbohrung 6 aufweist, welche eine axiale Richtung 10 definiert. Lediglich zur Veranschaulichung wird die linke Öffnung der Durchgangsbohrung 6 in den **Fig. 1** bis **Fig. 4** als Zulauföffnung 20 und die rechtsseitige Öffnung als Auslassöffnung 15 bezeichnet. Die Zulauföffnung 20 kann z.B. mit einer Druckquelle verbunden werden, wenn die Drosselventilanordnung 1 gemäß den beigefügten **Fig. 1** bis **Fig. 4** von links nach rechts durchströmt wird, z.B. wenn Druckkammern einer Axialkolbeneinheit mit unter Druck stehender Flüssigkeit gefüllt werden sollen. In diesem Fall bildet die Zulauföffnung 20 den Einlass für die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung 1. Im anderen Fall, z.B. wenn Flüssigkeit aus den Druckkammern einer Axialkolbeneinheit abgelassen werden soll, bildet die Auslassöffnung 15 den Einlass für die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung 1, da die Strömungsrichtung gemäß den beigefügten **Fig. 1** bis **Fig. 4** von rechts nach links, d.h. von der Auslassöffnung 15 zur Zulauföffnung 20, verlaufen würde.

**[0044]** Koaxial zur axialen Richtung 10 des Ventilgehäuses 5 ist in die Durchgangsbohrung 6 eine Buchse 35 eingesetzt, die zusammen mit einer im Ventilgehäuse 5 ausgebildeten Hinterschneidung 30 eine Strömungskammer 32 bildet, die in einer bevorzugten Ausführungsform eine Ringkammer 32 außerhalb der Buchse 35, d.h. radial außerhalb der Buchse 35. An der Buchse 35 sind an den jeweiligen Endabschnitten radiale Öffnungen 36 und 37 ausgebildet, wobei in der Ausführungsform der **Fig. 1** bis **Fig. 4** auf der Seite der Zulauföffnung 20 der Dros-

selventilanordnung 1 zwei Reihen schlitzförmiger Zulauföffnungen 36 und auf der Seite der Auslassöffnung 15 nur eine Reihe axial breiterer Auslassöffnungen 37 ausgebildet sind.

**[0045]** Wie ein einschlägiger Fachmann weiß, können diese radialen Öffnungen 36 und 37 in großer Vielfalt gestaltet werden, ohne den Kern der Erfindung zu verlassen. Die Bezeichnung radiale Zulauföffnung 36 und radiale Auslassöffnung 37 ergibt sich lediglich aus ihrer jeweiligen Nähe zur Zulauföffnung 20 und zur Auslassöffnung 15. Alle radialen Öffnungen 36 und 37 sowie die Anschlüsse 15 und 20 können in beiden Richtungen von Flüssigkeit durchströmt werden. Generell ermöglicht die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung eine Flüssigkeitsströmung von der mit der Bezugszahl 20 bezeichneten, linken Öffnung zur mit der Bezugszahl 15 bezeichneten rechten Öffnung, wenn ein von einer Quelle unter Druck stehendes Fluid in die Ladeöffnung 20 der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung 1 auf der linken Seite der **Fig. 1** bis **Fig. 4** eintritt und die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung 1 an der Auslassöffnung 15 verlässt. In der anderen Richtung stellt die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung 1 einen Strömungswiderstand für eine Fluidströmung von der rechten Seite der **Fig. 1** bis **Fig. 4** in Richtung der linken Seite bereit, um einen gewünschten Staudruck in dem System zu erzeugen und aufrechtzuerhalten, der auf der rechten Seite der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung 1 anliegt.

**[0046]** In die Buchse 35 ist ein elastischer Ventilkörper 40 eingesetzt, der ein hohles Gleitstück 45, ein Federsitzelement 50 mit einem T-förmigen Querschnitt und eine Staudruckfeder 55 aufweist. Dabei weist das hohle Gleitelement 45 einen becherförmigen Querschnitt auf, wobei der zylindrische Teil 48 radial ausgerichtete Öffnungen 46 aufweist und mit der Innenfläche der Buchse 35 abdichtet. Der Bodenbereich 47 dient als Federsitz für die Staudruckfeder 55. Die radial ausgerichteten Öffnungen 46 im zylindrischen Teil 48 des hohlen Gleitstücks 45 können in eine überlappende Position mit zumindest einer Reihe der radialen Füllöffnungen 36 in der Buchse 35 gebracht werden (siehe auch **Fig. 2**, **Fig. 3** und **Fig. 4**).

**[0047]** Der elastische Ventilkörper 40 kann sich als Baugruppe axial relativ zur Buchse 35 bewegen, das heißt, das hohle Gleitelement 45 kann sich zusammen mit dem Federsitzelement 50 bewegen. Eine Relativbewegung dieser beiden Teile, d.h. des Federsitzelements 50 und des hohlen Gleitelements 45, ist nur dann elastisch möglich, wenn die Staudruckfeder 55 zusammengedrückt wird. Zu diesem Zweck wird die Staudruckfeder 55 zwischen einem Kopfbereich 51 des Federsitzelements 50 mit einem T-förmigen Querschnitt und dem Bodenbereich 47

des Gleitstücks 45 vorgespannt montiert. Diese Montagegruppe / Baugruppe wird durch ein Sicherungselement 57 um den Schaftbereich 52 des Gleitelements 45 zusammengehalten, z.B. einen Sicherungsring.

**[0048]** Der axiale Verfahrweg des Ventilkörpers 45 wird durch einen Stift 60 begrenzt, der in einer länglichen, radialen Durchgangsbohrung 53 im Schaftbereich 52 untergebracht ist. Weiter ist im Schaftbereich 52 ein Sackloch 54 für die Aufnahme einer Schließfeder 65 vorgesehen, die zwischen dem toten Ende des Sacklochs 54 und dem Stift 60, der das längliche Durchgangsloch 53 im Schaftbereich 52 durchquert, vorgespannt ist. Daher kann sich das T-förmige oder pilzförmige Federsitzelement 50 innerhalb der durch die axiale Länge des Langlochs 53 vorgegebenen Grenzen elastisch bewegen und überträgt diese Bewegungsmöglichkeit über die Staudruckfeder 55 und das Sicherungselement 57 (elastisch) auf das Gleitstück 45.

**[0049]** Der Stift 60 verbindet/hält das Federsitzelement 50 innerhalb der Buchse 35, da der Stift 60 radial durch den Schaftbereich 52 verläuft und mit beiden Enden an der Buchse 35 befestigt ist. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann der Stift 60 zum Ventilgehäuse 5 hin verlängert werden und dadurch nicht nur die Winkelstellung des Ventilkörpers 40 zur Buchse 35, sondern auch die Winkelstellung der Buchse 35 zum Ventilgehäuse 5 bewirken. Bevorzugt kann ein Stift oder ein Rollkörper 70, der/die zwischen der Buchse 35 und dem zylindrischen Teil 48 des hohlen Gleitstücks 45 angeordnet ist und in einer in einem dieser beiden Teile befindlichen Nut 75 laufen/gleiten kann, die Winkelstellung zwischen der Buchse 35 und dem Ventilgehäuse 40 herstellen.

**[0050]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist im Sackloch 54 des Schaftbereichs 52 zwischen der Schließfeder 65 und dem Stift 60 ein Schieber 62 angeordnet, der als beweglicher Federsitz für die Schließfeder 65 dient.

**[0051]** **Fig. 1** zeigt die bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung 1 in der Ausgangsstellung ohne oder mit ausgeglichenem Druck an der Zulauföffnung 20 und an der Auslassöffnung 15. Die Schließfeder 65 drückt den Schieber 62 gegen den Stift 60, wodurch der elastische Ventilkörper 40 in **Abb. 1** nach links bewegt wird. Der Stift 60 begrenzt die Bewegung, da der Stift 60 gegen das rechte Ende der länglichen Durchgangsbohrung 53 im Schaftbereich 52 des Federsitzelements 50 stößt. In dieser Stellung des elastischen Ventilkörpers 40 werden die Einfüllöffnungen 36 der Buchse 35 durch den zylindrischen Teil 48 des Gleitstücks 45 verschlossen. Gleichzeitig werden die radialen Öffnungen 46 im zylindrischen Teil 48 des

Gleitstücks 45 durch die Buchse 35 verschlossen. Somit ist die Fluidströmung in beide Richtungen unterbunden, da alle radialen Öffnungen auf der Zulaufseite der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung 1 verschlossen sind. Ferner wird die Staudruckfeder 55 nicht stärker zusammengedrückt als in der Konstruktionsphase vorgegeben, was daran zu erkennen ist, dass der Bodenbereich 47 des Gleitstücks 45 an dem Sicherungselement 57, in dieser Ausführungsform ein Schnapping, anliegt.

**[0052]** Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung 1 in der Offen-/Zulaufstellung, d.h. in einer Position, in der die Druckkräfte an der Zulauföffnung 20 höher sind als an der Auslassöffnung 15. Infolgedessen drückt der Kopfbereich 51 des Federselements 50 den elastischen Ventilkörper 40 in Richtung Auslassöffnung 15, bis der Stift 60 in dem der Zulauföffnung 20 zugewandten Langloch 53 anliegt, was die axiale Bewegung des elastischen Ventilkörpers 40 begrenzt. Wie aus **Abb. 2** hervorgeht, sind in dieser Situation, d.h. in dieser Stellung des elastischen Ventilkörpers 45 bzw. des Gleitstücks 45, beide Reihen der radialen Füllöffnungen 36 in der Buchse 35 offen, wobei sich die zweite, weiter innen liegende Reihe mit den radialen Öffnungen 46 im Gleitstück 45 überlappt. Dadurch wird, wie durch die Pfeile angedeutet, eine Flüssigkeitsströmung von der Zulauföffnung 20 über die Strömungskammer 32 zur Auslassöffnung 15 ermöglicht, wobei alle möglichen Öffnungen 36 und 46 vollständig geöffnet sind und der geringstmögliche Strömungswiderstand erreicht wird. Um die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung 1 in diese Position zu bringen, muss lediglich die Kraft der Schließfeder überwunden werden, die relativ gering sein kann, da die Funktion der Schließfeder darin besteht, die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung 1 zu schließen, wenn an der Zulauföffnung 20 und der Auslassöffnung 15 kein oder ein ausgeglichener Druck anliegt. Das heißt, die Schließfeder 65 muss eine Ventilschließkraft in der Höhe erzeugen, um den elastischen Ventilkörper 40 zu bewegen, wenn keine äußeren Kräfte auf den elastischen Ventilkörper 40 wirken. Entsprechend kann diese Ventilschließkraft relativ gering sein.

**[0053]** Fig. 3 zeigt die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung 1 in einer Zwischenstellung, d.h. in einer Position, in der die Druckkräfte an der Auslassöffnung 15 höher sind als an der Zulauföffnung 20, die Kraftdifferenz zwischen den Kräften an der Auslassöffnung 15 und der Zulauföffnung 20 aber relativ gering ist. Daher wirken Druckkräfte auf die Vorderseite des Schaftbereichs 52 und auf den Schieber 62. Wären die Fluidkammern auf beiden Seiten des Schiebers 62 strömungstechnisch getrennt, würden diese Druckkräfte die Schließfeder 65 zusammendrücken und den Schieber 62 in die Sackbohrung 54 bewegen. In der vorgestellten Ausführungsform

sind die Flüssigkeitskammern auf beiden Seiten des Schiebers 62 jedoch miteinander verbunden. Daher liegt am Schieber 62 keine Druckdifferenz vor und der Schieber 62 wird durch die Schließfeder 65 in Kontakt mit dem Stift 60 gehalten. Die Fluidverbindung zwischen den Fluidkammern auf beiden Seiten des Schiebers kann beispielsweise durch eine entsprechende Toleranz des Schiebers oder durch eine Durchgangsbohrung entweder im Schieber oder im Schaftbereich 52 hergestellt werden. Beide Kräfte verschieben das Gleitstück 45 in Richtung der Zulauföffnung 20 der Drosselventilanordnung 1. Zusätzlich wirken die Druckkräfte auch auf die Außenfläche des Bodenbereichs 47 des Gleitstücks 45, wodurch die Staudruckfeder 55 zusammengedrückt und das Gleitstück 45 von dem Sicherungselement 57 am Schaftbereich 52 abgehoben wird. Damit wird die axiale Gesamtlänge des elastischen Ventilkörpers 40 resilient/elastisch vergrößert und die radialen Öffnungen 46 im Gleitelement 45 überlappen zumindest teilweise mit den radialen Füllöffnungen 36 in der Buchse 35. In der dargestellten Ausführungsform der **Fig. 3** überlappen die radialen Öffnungen 46 teilweise mit der äußeren Reihe der radialen Füllöffnungen 36. Wie durch die Pfeile angedeutet, wird eine Fluidströmung von der Auslassöffnung 15 zur Zulauföffnung 20 über die Strömungskammer 32 ermöglicht.

**[0054]** In **Fig. 4** ist eine vollständig geöffnete Drosselposition der Drosselventilanordnung 1 dargestellt. Ähnlich wie bei der in **Fig. 3** gezeigten Stellung sind die Druckkräfte an der Auslassöffnung 15 höher als an der Zulauföffnung 20. Im Vergleich zu der in **Fig. 3** gezeigten Position ist die Differenz zwischen den Druckkräften an der Auslassöffnung 15 und an der Zulauföffnung 20 jedoch höher als in der mittleren Drosselventilstellung. Dies hat zur Folge, dass die Staudruckfeder 55 stärker zusammengedrückt wird und der elastische Ventilkörper 40 eine größere Länge aufweist als in der mittleren Drosselventilstellung. Dies führt zu einer größeren Überlappung der radialen Öffnungen 46 im Gleitstück 45 mit den Zulauföffnungen 36 in der Buchse 35. Ein geringerer hydraulischer Widerstand wirkt dem hydraulischen Fluss von der Auslassöffnung 15 zur Zulauföffnung 20 entgegen. Es gibt verschiedene Konstruktionsmöglichkeiten, um die elastische Ausdehnung des elastischen Ventilkörpers 40 zu begrenzen. Wie in **Fig. 4** dargestellt, kann der Schieber 62 an einem Ende der Nut 75 anliegen und dadurch die Bewegung des Gleitstücks 45 relativ zur Buchse 35 begrenzen. Alternativ kann das Ventilgehäuse 5 oder ein zusätzliches, am Ventilgehäuse angebrachtes Teil im Bereich der Zulauföffnung 20 eine Schulter aufweisen, gegen die das Gleitstück 45 durch die entstehende Druckkraft gedrückt werden kann, wenn sich das Drosselventil 1 in seiner vollständig geöffneten Drosselfunktionsstellung befindet.

**[0055]** Aus der in **Fig. 3** bzw. **Fig. 4** dargestellten Drosselventil-Zwischenstellung und der voll geöffneten Drossel(end)stellung der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung 1 lässt sich entnehmen, dass bei einem Druckabfall an der Auslassöffnung 15 zunächst die zusammengedrückte Staudruckfeder 55 nachgibt und das Gleitstück 45 in Richtung der Auslassöffnung 15 schiebt, bis das Gleitstück 45 an dem Sicherungselement 57 anliegt. Dadurch werden die radialen Öffnungen 46 im Gleitstück 45 verschoben und die radialen Öffnungen 46 im Gleitstück 45 verschlossen, da die Überlappung mit den radialen Öffnungen 36 in der Buchse 35 nicht mehr stattfindet, ist somit die Flüssigkeitsströmung unterbrochen.

**[0056]** **Fig. 5** zeigt eine Draufsicht der Auslassseite der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung 1. Das Ventilgehäuse 5 weist axial ausgerichtete Durchgangsbohrungen 85 zur Befestigung der Drosselventilanordnung 1 an anderen hydraulischen Komponenten auf, wobei ein O-Ring in die O-Ring-Nut 7 (siehe **Fig. 1** bis **Fig. 4**) eingesetzt werden kann, um das Ventilgehäuse 5 gegen die anderen Komponenten abzudichten. In dieser Ausführungsform sind vier Befestigungsdurchgangslöcher 85 vorgesehen. Diese Anzahl kann jedoch entsprechend den Konstruktions- und Anwendungsanforderungen und den Kenntnissen eines einschlägigen Fachmanns verringert oder erhöht werden.

**[0057]** In dem in **Fig. 5** dargestellten mittleren Teil der Drosselventilanordnung 1 ist der Stift 60 zu erkennen, der durch den Schaftbereich 52 des Federsitzelements 50 verläuft und die Winkelstellung des Federsitzelements 50 in Bezug auf das Ventilgehäuse 5 sicherstellt. Der Stift 60 begrenzt auch den axialen Verfahrweg des elastischen Ventilkörpers 40, wie oben beschrieben.

**[0058]** Aus der obigen Offenbarung und den begleitenden Figuren sowie den Ansprüchen wird ersichtlich, dass die erfindungsgemäße Drosselventilanordnung 1 viele Möglichkeiten und Vorteile gegenüber dem Stand der Technik bietet. Der Fachmann erkennt ferner, dass weitere Modifikationen und Änderungen an der erfindungsgemäßen Drosselventilanordnung 1 vorgenommen werden können, ohne vom Geist der Erfindung abzuweichen. Daher fallen all diese Modifikationen und Änderungen in den Anwendungsbereich der Ansprüche und werden von diesen abgedeckt. Es sollte weiter verstanden werden, dass die oben beschriebenen Beispiele und Ausführungsformen nur der Veranschaulichung dienen und dass verschiedene Modifikationen, Änderungen oder Kombinationen von Ausführungsformen, die einem Fachmann auf dem entsprechenden Gebiet nahegelegt werden, zum Geist und Geltungsbereich dieser Anmeldung gehören.

## Bezugszeichenliste

1	Drosselventil
5	Ventilgehäuse
6	Durchgangsloch
7	O-Ring-Nut
10	Axiale Richtung
15	Auslassöffnung
20	Zulauföffnung
25	Stirnwand
30	Hinterschnitt
32	Durchflussraum
35	Buchse
36	Einlassöffnung
37	Auslassöffnung
40	Elastischer Ventilkörper
45	Gleitstück
46	Radiale Öffnung
47	Bodenbereich
48	Zylindrischer Teil
50	Federsitzelement
51	Kopfbereich
52	Schaftbereich
53	Langes Durchgangsloch
54	Sackloch
55	Staudruckfeder
57	Sicherungselement
60	Stift
62	Schieber
65	Schließfeder
70	Rollkörper
75	Nut
85	Axial ausgerichtete Durchgangsbohrungen

## Patentansprüche

1. Drosselventilanordnung (1) für hydrostatische Einheiten, die folgendes aufweist:
  - A) ein Ventilgehäuse (5) mit einer Durchgangsbohrung (6), die eine axiale Richtung (10) des Drosselventils (1) definiert, sowie mit einer Hinterschneidung (30), die durch zwei Stirnwände (25) begrenzt ist;
  - B) eine zylindrische Buchse (35), die in die Durch-

gangsbohrung (6) eingesetzt ist, so dass die Hinterschneidung (30) eine Strömungskammer (32) im Gehäuse (5) radial außerhalb der Buchse (35) bildet, wobei die axialen Öffnungen der Buchse eine Zulauföffnung (20) und eine Auslassöffnung (15) des Drosselventils (1) bilden, und die Buchse (35) ferner radial orientierte Zulauföffnungen (36) und Auslassöffnungen (37) aufweist, die an den jeweiligen Endabschnitten der Buchse (35) angeordnet sind, um eine Fluidverbindung zwischen der Zulauföffnung (20) und der Auslassöffnung (15) über die Strömungskammer (32) zu ermöglichen;

C) einen axial beweglichen elastischen Ventilkörper (40), der:

(i) wenn an der Zulauföffnung (20) und der Auslassöffnung (15) keine oder ausgeglichene hydraulische Kräfte anliegen, durch eine Schließfeder (65) in eine Ausgangsposition vorgespannt ist, in der der elastische Ventilkörper (40) die Zulauföffnungen (36) in der Buchse (35) verschließt,

(ii) wenn die hydraulischen Kräfte an der Zulauföffnung (20) größer sind als an der Auslassöffnung (15), in eine Drosselventil-Öffnungsstellung bewegbar ist, in der die Zulauföffnungen (36) in der Buchse (35) offen sind und ein hydraulischer Fluss von der Zulauföffnung (20) über die Strömungskammer (32) zur Auslassöffnung (15) ermöglicht wird, und

(iii) wenn die hydraulischen Kräfte an der Auslassöffnung (15) größer sind als an der Zulauföffnung (20), sich in der Ausgangsposition befindet und derart ausgestaltet ist, sich in axialer Richtung gegen die Kraft einer Staudruckfeder (55) ausdehnen, um die Zulauföffnungen (36) in der Buchse (35) zumindest teilweise zu öffnen und einen gedrosselten hydraulischen Fluss von der Auslassöffnung (15) über die Strömungskammer (32) zur Zulauföffnung (20) zu ermöglichen.

2. Drosselventil nach Anspruch 1, wobei der axial bewegliche elastische Ventilkörper (40) aufweist:

i) ein hohles Gleitelement (45), das in abgedichteter Weise von der Buchse (35) in axialer Richtung (10) gleitend geführt werden kann, und einen im Wesentlichen becherförmigen Querschnitt zeigt;

ii) ein Federsitzelement (50) mit einem T-förmigen Querschnitt, das durch das Gleitelement (45) axial beweglich geführt wird, wobei ein Kopfbereich (51) in Richtung der Zulauföffnung (20) ausgerichtet ist und mit der Innenfläche des Gleitelements (45) abdichtet, und wobei ein Schaftbereich (52) durch einen Bodenbereich (47) des Gleitelements (45) hindurch in Richtung der Auslassöffnung (15) vorsteht,

iii) die Staudruckfeder (55), die zwischen dem Kopfbereich (51) und dem Bodenbereich (47) des Gleitelements (45) um den Schaftbereich (52) herum vorgespannt ist, wobei ein Sicherungselement (57) an dem vorstehenden Teil des Schafts (52) den Verfahrweg des Federsitzelements (50) relativ zum Gleitelement (45) in Expansionsrichtung der Staud-

ruckfeder (55) begrenzt;

- wobei, wenn keine oder ausgeglichene hydraulische Kräfte an der Zulauföffnung (20) und der Auslassöffnung (15) anliegen, die Schließfeder (65) an einem an der Buchse (35) befestigten Stift (60) anliegt und den elastischen Ventilkörper (40) über das Federsitzelement (50) in Richtung der Zulauföffnung (20) in die Ausgangsposition drückt, in der die Zulauföffnungen (36) in der Buchse (35) durch das Gleitstück (45) verschlossen sind,

- wobei, wenn die hydraulischen Kräfte an der Zulauföffnung (20) größer sind als an der Auslassöffnung (15), der elastische Ventilkörper (40) in Richtung der Auslassöffnung (15) in die Öffnungsposition des Drosselventils (1) gedrückt wird, in der alle Öffnungen (36, 37) in der Buchse (35) offen sind, und der hydraulische Fluss von der Zulauföffnung (20) zur Auslassöffnung (15) ermöglicht wird; und

- wobei, wenn die hydraulischen Kräfte an der Auslassöffnung (15) größer sind als an der Zulauföffnung (20), das Gleitstück (45) in Richtung der Zulauföffnung (20) bewegt wird, wodurch die Staudruckfeder (55) zusammengedrückt wird, so dass die radialen Öffnungen (46) im Gleitstück (45) zumindest teilweise mit den Zulauföffnungen (36) in der Buchse (35) überlappen und ein hydraulischer Fluss von der Auslassöffnung (15) zur Zulauföffnung (20) ermöglicht wird.

3. Drosselventil nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Ventilgehäuse (5) ein im Allgemeinen zylindrisches Drehteil ist.

4. Drosselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hinterschnitt (30) eine zylindrische Form aufweist und coaxial mit der Durchgangsbohrung (6) eine ringförmige Strömungskammer (32) im Ventilgehäuse (5) außerhalb der Buchse (35) ausbildet.

5. Drosselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Stift (60) die relative Winkelstellung der Buchse (35) zum Ventilkörper (40) festlegt.

6. Drosselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Rollkörper (70), der an dem Gleitstück (45) befestigt ist und in einer axial ausgerichteten Nut (75) in der Buchse (35) geführt wird, oder der an der Buchse (35) befestigt ist und in einer axial ausgerichteten Nut (75) in dem Gleitstück (45) geführt wird, die relative Winkelstellung des Gleitstücks (45) zum Federsitzelement (50) des elastischen Ventilkörpers (40) festlegt.

7. Drosselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Stift (60) an dem Ventilgehäuse (5) befestigt ist.

8. Drosselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gleitstück (45) stufenförmig ausgebildet ist und den geringeren Durchmesser auf der Seite der Auslassöffnung (15) aufweist.

9. Drosselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zulauföffnungen (36), die Auslassöffnungen (37) in der Buchse (35) und/oder die radialen Öffnungen (46) im Gleitstück (45) eine kreisförmige oder längliche Lochform zeigen oder als Schlitze ausgebildet sind.

10. Drosselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schließfeder (65) in einer axialen Sackbohrung (54) im Schaftbereich (52) angeordnet ist, die ein axiales Langloch (53) aufweist, durch welches der Stift (60) den Schaftbereich (52) radial durchsetzt, und die Schließfeder (65) auf einem Schieber (62) abgestützt ist, der an dem Stift (60) anliegt.

11. Drosselventil nach Anspruch 10, wobei der Schieber (62) in der Sackbohrung (54) im Schaftbereich (52) des Federsitzelements (50) geführt ist.

12. Drosselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Buchse (35) durch Einpressen, Schweißen, Löten und/oder Kleben an den Stirnwänden (25) festgelegt ist.

13. Drosselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ventilgehäuse (5) eine Vielzahl von axial ausgerichteten Durchgangslöchern (85) aufweist, mit denen das Drosselventil (1) an Hydraulikflansche, an Hydraulikschläuche, an Hydraulikleitungen oder an andere Komponenten eines Hydrauliksystems angebunden werden kann.

14. Drosselventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ventilgehäuse (5) eine O-Ring-Nut (7) an der Einlassseite und/oder der Auslassseite aufweist, um einen O-Ring aufzunehmen, der geeignet ist, das Drosselventil an Hydraulikflanschen, an Hydraulikschläuchen, an Hydraulikleitungen oder anderen Komponenten eines Hydrauliksystems abzudichten.

15. Drosselventil nach einem der Ansprüche 13 oder 14, wobei die Buchse (35) in Bezug auf das Ventilgehäuse (5) axial fixiert ist, wenn das Ventilgehäuse (5) an Hydraulikflanschen, an Hydraulikschläuchen oder an Hydraulikleitungen oder an anderen Komponenten eines Hydrauliksystems angebracht ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen



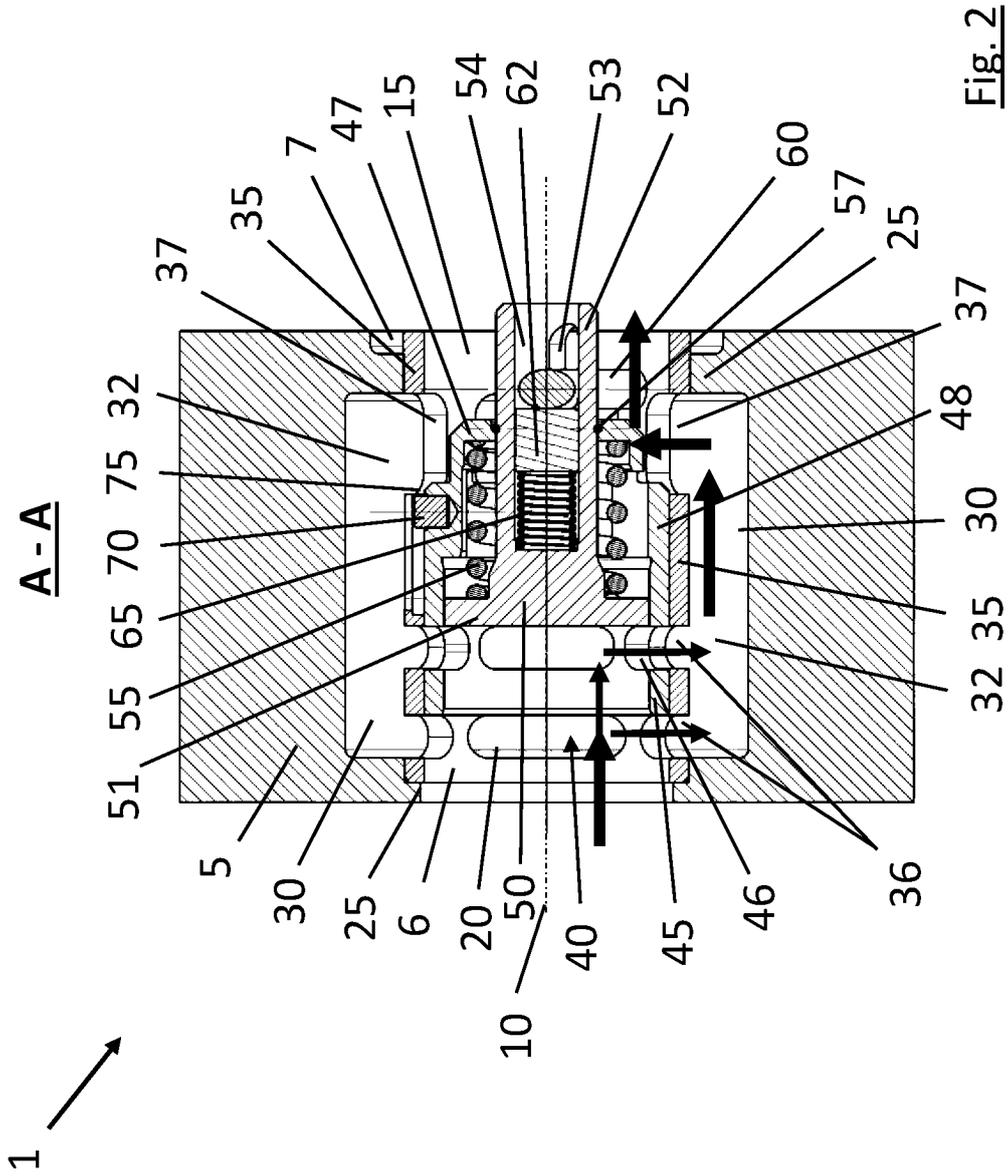


Fig. 2

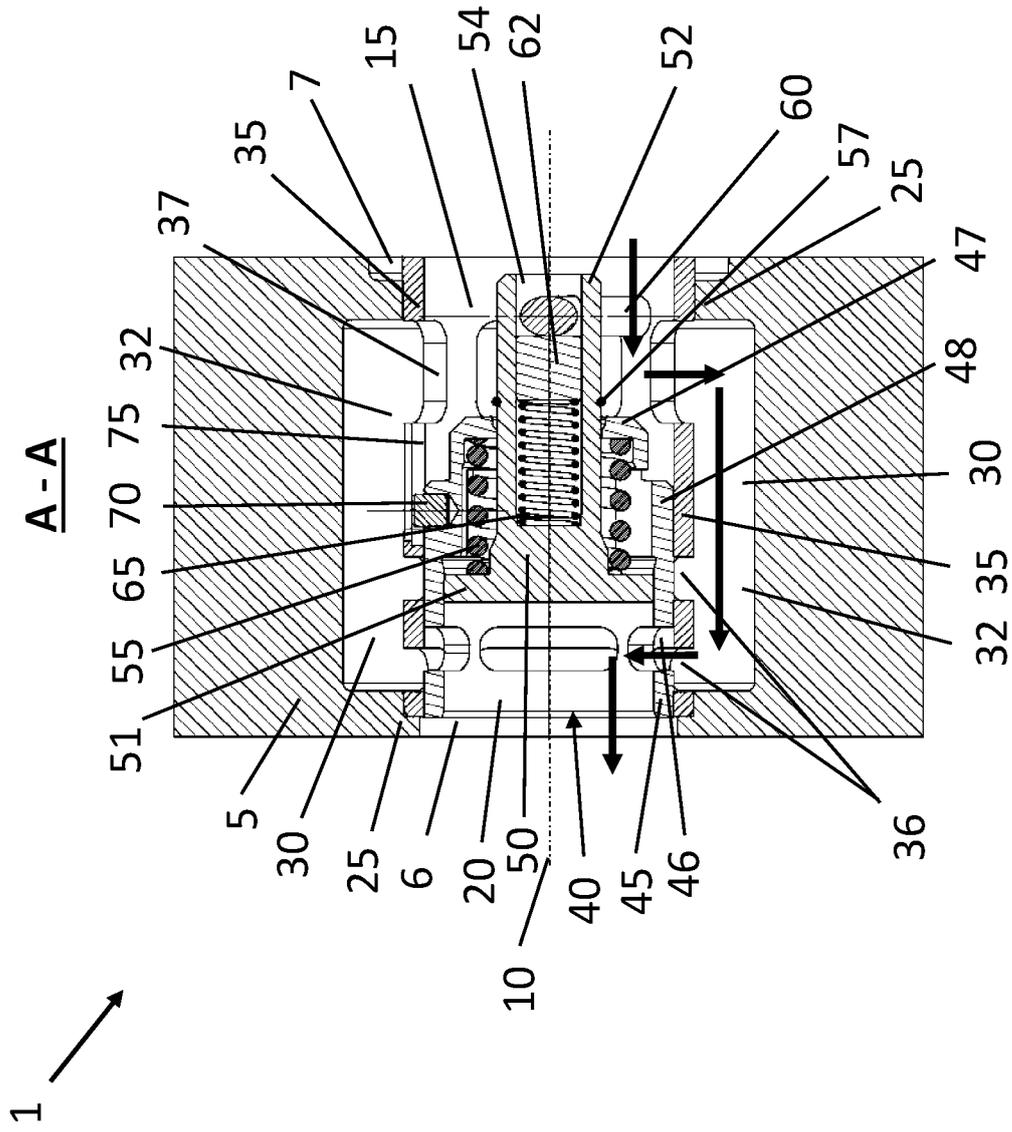


Fig. 3

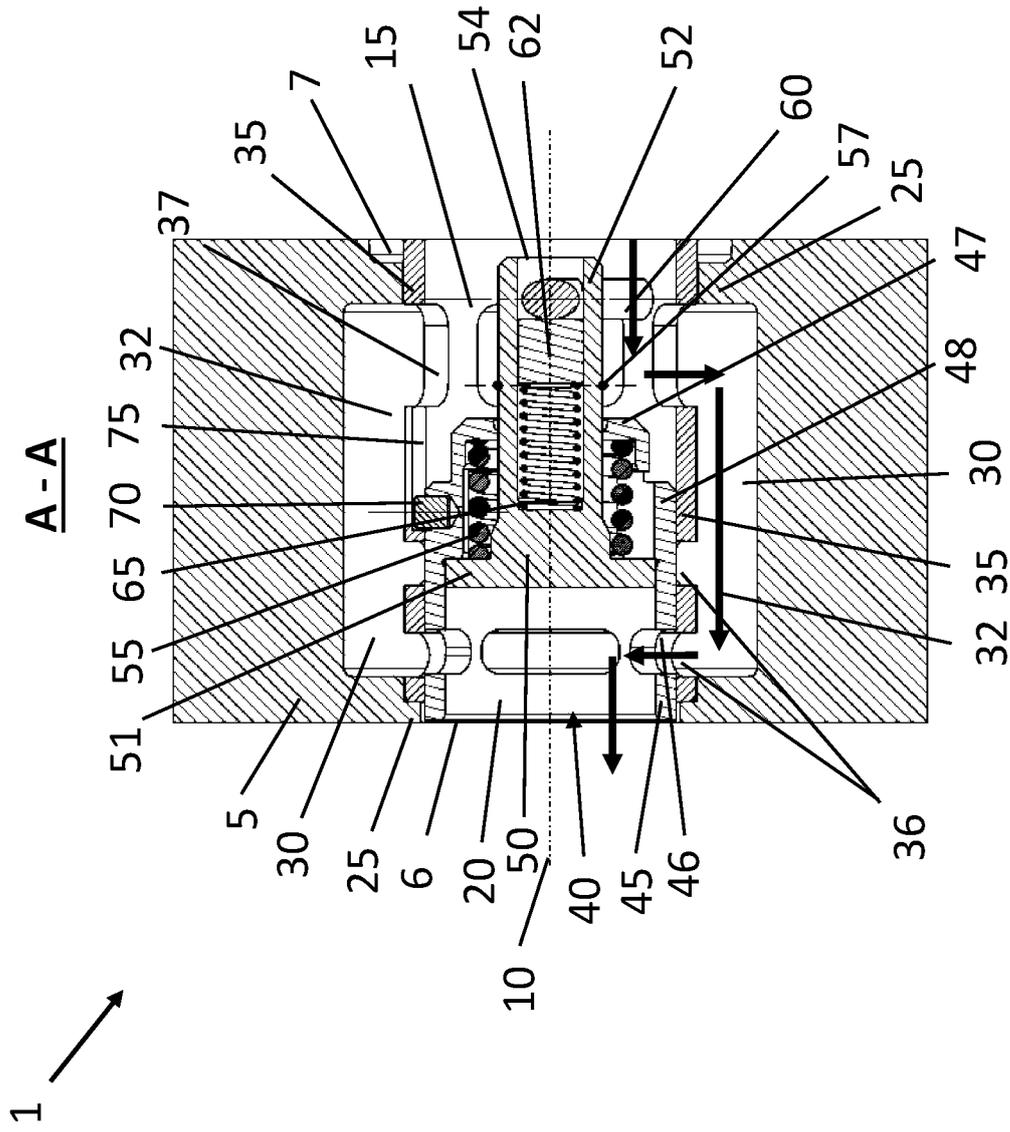


Fig. 4

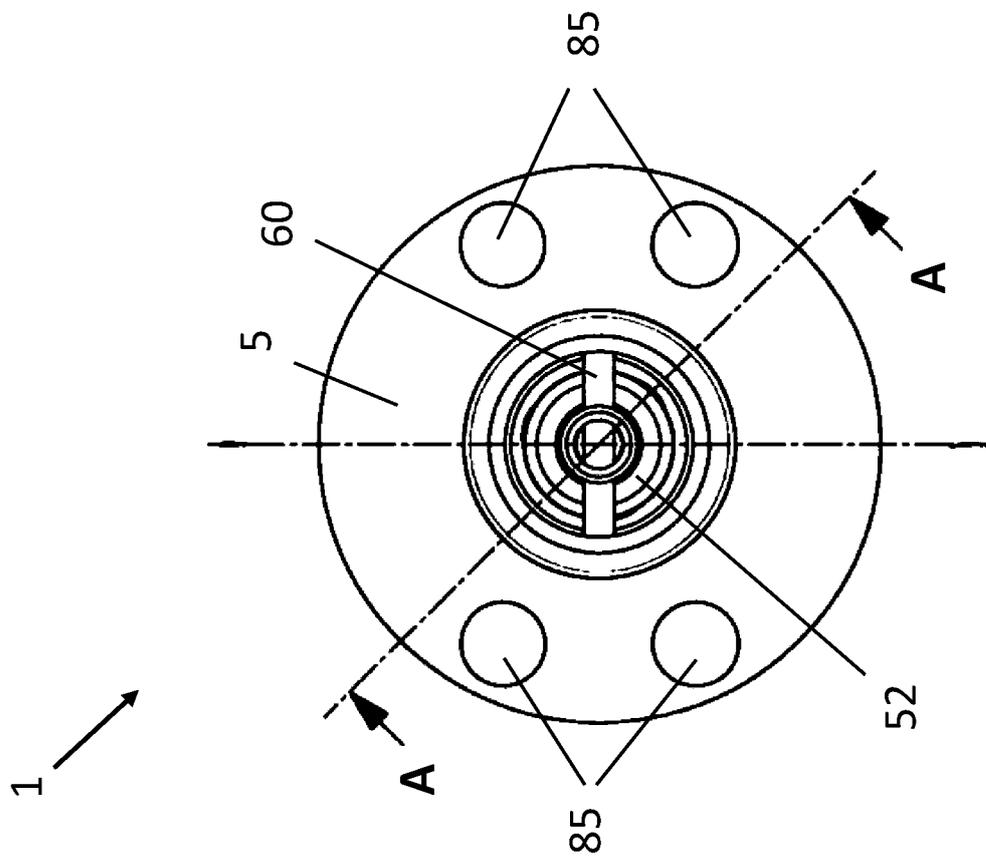


Fig. 5