

(19)



(11)

EP 2 647 823 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

09.10.2013 Patentblatt 2013/41

(51) Int Cl.:

F02M 55/02 (2006.01)

F02M 63/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13154525.3**

(22) Anmeldetag: **08.02.2013**

(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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Gruhl, Helmar**
71711 Steinheim An Der Murr (DE)

(30) Priorität: **02.04.2012 DE 102012205329**

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

(54) **Druckregelventil**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Druckregelventil (10) zur Regelung des Druckes in einem Hochdruckspeicher (12) für ein Kraftstoffeinspritzsystem. Das Druckregelventil (10) ist zweistufig ausgeführt. Das Druckregelventil (10) umfasst eine erste Ventilstufe (20)

für einen kleineren Durchfluss innerhalb eines ersten Betriebsbereiches des Druckregelventils (10). Des Weiteren umfasst das Druckregelventil (10) eine weitere, zweite Ventilstufe (42) für einen großen Durchfluss innerhalb eines zweiten Betriebsbereiches des Druckregelventils (10).

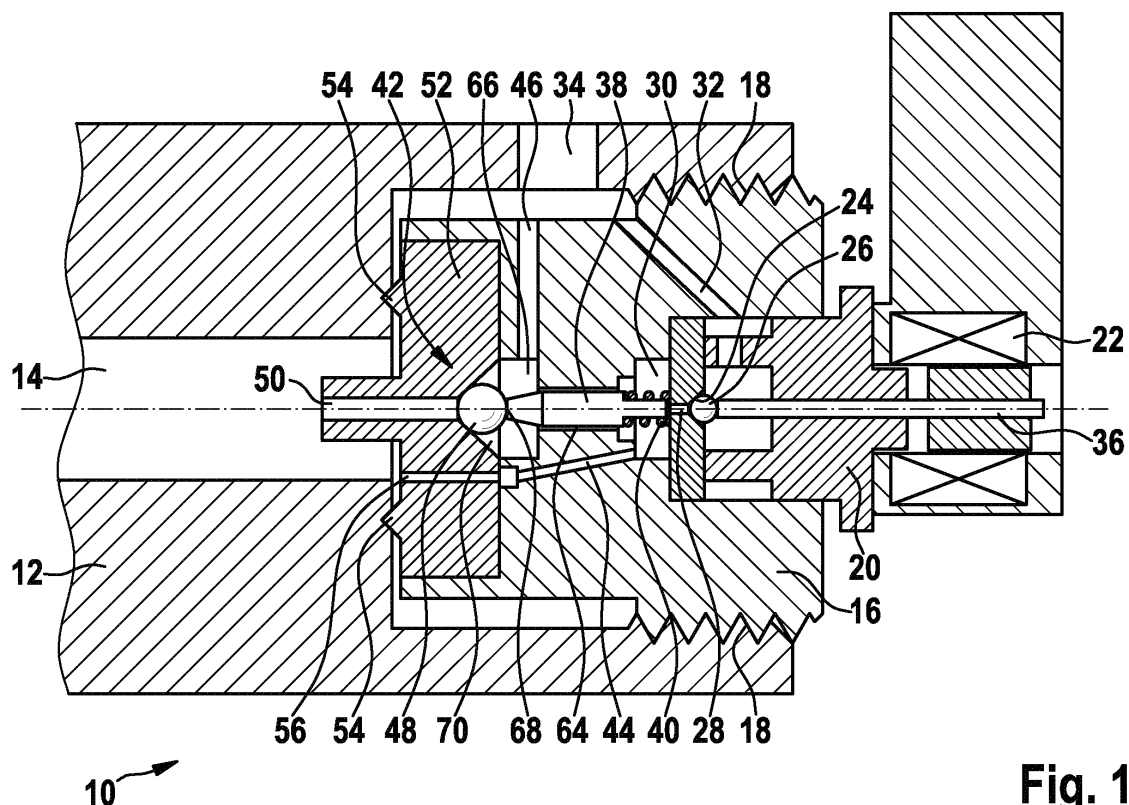


Fig. 1

EP 2 647 823 A1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] DE 102 31 135 A1 bezieht sich auf ein Druckentlastungsventil. Das Druckentlastungsventil umfasst ein Schließelement, welches gegen die in Schließrichtung wirkende Kraft einer Schließfeder in einer Bohrung axial in Öffnungsrichtung verschiebbar ist. Das Schließelement liegt bei geschlossenem Druckentlastungsventil an einem Ventilsitz an und verschließt einen Zulauf. In den Zulauf ist ein Kolben integriert, der über ein Verbindungselement mit dem Schließelement verbunden und innerhalb des Zulaufs in axialer Richtung verschiebbar ist.

[0002] Heute werden in Kraftstoffeinspritzsystemen wie zum Beispiel im Common Rail System häufig Druckregelventile eingesetzt. Die genannten Druckregelventile müssen in einem sehr großen Arbeitsbereich von sehr kleinen Durchflüssen bei sehr hohen Drücken bis zu sehr großen Durchflüssen bei kleinen Drücken funktionieren und eine hohe Dynamik gewährleisten. Dadurch gestaltet es sich immer schwieriger, bei steigenden Nenndrücken der Hochdruckspeicherräume, eine optimale Ventilauslegung für den gesamten Betriebsbereich zu finden.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Erfindungsgemäß wird ein Druckregelventil vorgeschlagen, welches zur Regelung des Druckes in einem Hochdruckspeicher, beispielsweise in einem Hochdrucksammelraum für ein Kraftstoffeinspritzsystem (Common- Rail) dient, eingesetzt wird. Das Druckregelventil ist zweistufig ausgeführt und weist eine erste Ventilstufe auf, die für einen kleineren Durchfluss innerhalb eines ersten Betriebsbereiches des Druckregelventils ausgelegt ist und ferner eine zweite Ventilstufe, die für einen größeren Durchfluss innerhalb eines zweiten Betriebsbereiches des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils ausgelegt ist.

[0004] In vorteilhafter Weise handelt es sich bei der ersten Ventilstufe um ein Magnetventil und bei der zweiten Ventilstufe um ein hydraulisches Ventil. Die erste Ventilstufe und die zweite Ventilstufe sind in einem gemeinsamen Ventileinsatz ausgebildet, der an einer Stirnseite eines rohrförmig ausgebildeten Hochdruckspeichers eines Kraftstoffeinspritzsystems für Fahrzeuge aufgenommen werden kann. Bei dem gemeinsamen Ventileinsatz handelt es sich beispielsweise um einen mit einem Außengewinde versehenen massiven Metallkörper.

[0005] Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Druckregelventil arbeitet zweistufig, wobei es durch die beiden in diesen verwirklichten Ventilstufen unterschiedliche Betriebsbereiche, die durch unterschiedliche Betriebsparameter charakterisiert werden, abdecken kann. Während die erste Ventilstufe, bei der es sich um ein Magnetventil handelt für einen ersten Betriebsbereich optimiert

wird, der durch sehr kleine benötigte Ventildurchflüsse charakterisiert werden kann, ist die zweite Ventilstufe, die als hydraulisches Ventil ausgelegt ist, für den Einsatz bei großen Durchflüssen optimiert. Auf diese Weise wird der Betriebsbereich des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils in Bezug auf den Durchfluss in zwei Zonen unterteilt, für die die den Zonen jeweils zugeordnete Ventilstufe separat und unabhängig voneinander optimiert werden können. Hinsichtlich steigender Anforderungen bezüglich eines Nenndruckes des Hochdruckspeichers sowie für andere Durchflussbereiche ist eine einfache Skalierbarkeit über die Auslegung eines Servomechanismus im erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventil gegeben. Eine sinnvolle Trennung der beiden unterschiedlichen Betriebsbereiche erfolgt am sinnvollsten durch einen maximal stellbaren Drosselquerschnitt. Für die erste Ventilstufe gilt ein maximaler wirksamer Querschnitt von $0,05 \text{ mm}^2$, während für die zweite Ventilstufe, die als hydraulisches Ventil ausgelegt ist, ein maximal stellbarer Drosselquerschnitt von bis zu $0,3 \text{ mm}^2$ gilt.

[0006] Aufgrund der kompakten Bauweise des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils lassen sich beide Ventilstufen in ein und demselben mit einem Außengewinde versehenen Ventileinsatz ausbilden, in dem auch ein Steuerraum ausgebildet ist, der über einen sich durch den gemeinsamen Ventileinsatz verlaufenden Zulaufdrosselkanal befüllbar ist. Dieser Steuerraum im gemeinsamen Ventileinsatz wird durch ein erstes Schließelement, welches beispielsweise kugelförmig ausgebildet sein kann, druckentlastet. Das zur ersten Ventilstufe gehörende insbesondere kugelförmig ausgebildete Schließelement wird durch ein stabförmiges Ventilglied betätigt, welches über eine Magnetspule betätigbar ist, die die in vorteilhafter Weise als Magnetventil ausgeführte erste Ventilstufe umfasst. Die genannte erste Ventilstufe realisiert eine direkte Steuerung des Druckes im Druckspeicher insbesondere eines Hochdrucksammelraums eines Kraftstoffeinspritzsystems für Fahrzeuge bei kleinen Durchflüssen und einem sehr hohen Druckniveau. Die erste Ventilstufe, d.h. das Magnetventil des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckventils betätigt bei einem entsprechenden Druckabbau im Steuerraum die zweite Ventilstufe, die als hydraulisches Ventil ausgebildet ist, und in einem zweiten Betriebsbereich des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils aktiviert wird, wenn bei einem geringeren Druckniveau im Hochdrucksammelraum größere Durchflussmengen realisiert werden müssen.

[0007] Die Funktionsweise des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils stellt sich derart dar, dass die erste Ventilstufe mittels des elektromechanischen Stellers betätigt wird, d.h. als ein Magnetventil ausgebildet ist, bei dessen Öffnen der Druck im Steuerraum abgebaut wird. Der Steuerraum, der durch die erste Ventilstufe druckentlastbar ist, wird über den erwähnten Zulaufdrosselkanal, der sich durch den gemeinsamen Ventileinsatz erstreckt, wieder mit Kraftstoff befüllt. Bei zur

Druckregelung im Hochdruckspeicher benötigten kleinen Durchflüssen, im vorliegenden Zusammenhang < 50 l/h, kann mit der ersten Ventilstufe der Systemdruck, d.h. der im Hochdruckspeicher herrschende Druck direkt geregelt werden, solange der Druck im Steuerraum nicht unterhalb eines Öffnungsdruckes für ein Betätigungselement für die zweite Ventilstufe, die als hydraulisches Ventil ausgebildet ist, absinkt. Im Normalbetrieb ist es erstrebenswert, möglichst wenig Durchfluss einzustellen, um nicht unnötig Energie zu verschwenden.

[0008] Bei dem erwähnten Betätigungselement handelt es sich in vorteilhafter Weise um einen Druckübersetzer, der im Wesentlichen kolbenförmig ausgebildet ist. Ein Ende des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers ragt in den über die erste Ventilstufe druckentlastbaren Steuerraum hinein, während das gegenüberliegende Ende des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers ein beispielsweise ebenfalls kugelförmig ausgebildetes Schließelement der zweiten Ventilstufe beaufschlagt. Solange der Druck im Steuerraum nicht unterhalb eines Öffnungsdruckes des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers absinkt, wird mit der ersten Ventilstufe das Druckniveau im Hochdruckspeicher direkt geregelt.

[0009] Der Übergang von den zur Druckregelung benötigten kleinen Durchflussmengen zu größeren Durchflussmengen, d.h. die Durchflussgrenze beziehungsweise ein Durchflussübergangsbereich ist von der Auslegung des Zulaufdrosselkanals für den Steuerraum und der druckbeaufschlagbaren Fläche des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers, der in den Steuerraum hineinragt sowie einer Schließfeder sowie dem Sitzdurchmesser des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers betätigten hydraulischen Ventiles abhängig.

[0010] Wird ein höherer Durchfluss benötigt, um den Druck zu regeln, wird die zweite Ventilstufe, d.h. das hydraulisch betätigte Ventil zusätzlich zur ersten Ventilstufe eingesetzt. Dazu muss der Druck im Steuerraum durch Öffnung der ersten Ventilstufe soweit abgebaut werden, dass der Druckübersetzer in den Steuerraum einfährt und demzufolge das zweite Schließelement aus dem zweiten Ventilsitz der zweiten Ventilstufe freigibt, so dass größere Durchflüsse erreicht werden können.

[0011] Sobald über die als Magnetventil ausgebildete erste Ventilstufe das erste Schließelement wieder in seinen Ventilsitz gestellt wird, erfolgt ein Druckaufbau im Steuerraum, so dass der kolbenförmig ausgebildete Druckübersetzer unterstützt durch die Wirkung der Schließfeder wieder aus diesem ausfährt und das zweite bevorzugt kugelförmig ausgebildete Schließelement wieder in den zweiten Ventilsitz stellt. Ist das Druckregelventil komplett geschlossen, wird lediglich eine geringe Leckagemenge über einen anfertigungsbedingten Führungsspalt des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers abströmen.

Vorteile der Erfindung

[0012] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung eines zweistufig ausgebildeten Druckregelventils ermöglicht eine Optimierung jeder der beiden Ventilstufen für die betreffenden Arbeitsbereiche. Die beiden Ventilstufen, von denen eine als Magnetventil und die andere als hydraulisches Ventil gestaltet wird, können für die jeweils unterschiedlichen Betriebsbereiche getrennt und unabhängig voneinander optimiert werden. Durch eine höhere Flexibilität hinsichtlich der Auslegung der einzelnen Ventilstufen und der Verwendung eines Servomechanismus wird eine hohe Skalierbarkeit gewährleistet, d.h. das erfindungsgemäß vorgeschlagene Druckregelventil kann durch entsprechende Parameterwahl auch, so zum Beispiel bei steigendem Nennbetriebssystemdruck, an andere Betriebsbereiche angepasst werden.

[0013] Ein weiterer hervorstechender Vorteil des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils ist die automatische Betätigung des zweiten Ventils, d.h. des hydraulischen Ventils nach Betätigung der ersten Ventilstufe, d.h. des Magnetventils sobald durch das letztgenannte ein bestimmtes Druckniveau im Steuerraum erreicht ist.

[0014] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung ermöglicht des Weiteren eine sehr einfache Skalierbarkeit für geänderte Anforderungen oder Betriebsbereich durch jeweiliges Anpassen der hydraulisch wirksamen Durchmesser des Servomechanismus und der Zulaufdrosseln. Die elektromechanisch betätigte Ventilstufe, d.h. die erste Ventilstufe bleibt dabei unverändert. Durch das erfindungsgemäß vorgeschlagene Druckregelventil kann ein größerer nutzbarer Betriebsbereich (gegenüber Volumenstrom) durch Optimierung der ersten Ventilstufe auf Durchflüsse unter 50 l/h bei Drücken bis > 3000 bar und der zweiten Ventilstufe bei großen Durchflüssen bis 400 l/h und niedrigen Drücken von 150 bar bis 500 bar dargestellt werden. Eine Proportionalität des Ansteuerstromes in Bezug auf den jeweils dargestellten Druck kann verwendet werden, um den Druck zu steuern (Regelungsprinzip open loop) bei bekanntem Durchfluss.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015] Anhand der Zeichnungen wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

[0016] Es zeigt:

Figur 1 einen Schnitt durch das erfindungsgemäß vorgeschlagene zwei Ventilstufen umfassende Druckregelventil,

Figur 2 das Druckregelventil gemäß Figur 1 im geschlossenen Zustand,

Figur 3 das erfindungsgemäß vorgeschlagene Druckregelventil bei kleinen Durchflussmengen und aktivierter erster Ventilstufe und

Figur 4 das erfindungsgemäß vorgeschlagene zwei-stufig ausgebildete Druckregelventil bei Rea-lisierung einer großen Durchflussmenge und aktivierter erster und zweiter Ventilstufe.

Ausführungsformen der Erfindung

[0017] Der Darstellung gemäß Figur 1 ist zu entnehmen, dass ein erfindungsgemäß vorgeschlagenes Druckregelventil 10 an einem Hochdruckspeicher 12 aufgenommen ist. Bei dem Hochdruckspeicher 12 handelt es sich beispielsweise um einen Hochdrucksammelraum (Common Rail), wie er in Kraftstoffeinspritzsystemen an Verbrennungskraftmaschinen von Personenkraftwagen oder von Lastkraftwagen Verwendung findet. Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Druckregelventil 10 ist an einer Stirnseite des rohrförmig ausgebildeten Hochdruckspeichers 12 aufgenommen. Der Hochdruckspeicher 12 umfasst einen Hohlraum 14, in welchem der unter sehr hohem Druck stehende Kraftstoff bevorratet wird. Das Druckniveau im Hohlraum 14 des Hochdruckspeichers 12 wird durch ein nicht dargestelltes Hochdruckförderaggregat, insbesondere einer Hochdruckförderpumpe kontinuierlich aufrechterhalten. Das Druckniveau im Hohlraum 14 des Hochdruckspeichers 12 liegt in der Größenordnung von 1.800 bar bis 2.000 bar oder noch darüber. Das im Hohlraum 14 des Hochdruckspeichers 12 herrschende Druckniveau wird auch als Railsystemdruck bezeichnet.

[0018] Wie Figur 1 des Weiteren zeigt, ist in das Material des Hochdruckspeichers 12 ein Ventileinsatz 16 eingelassen. Der Ventileinsatz 16 weist an seiner Mantelfläche beispielsweise ein Schraubgewinde 18 auf, mit welchem der Ventileinsatz 16 in das Vollmaterial des Hochdruckspeichers 12 eingeschraubt ist.

[0019] Der Ventileinsatz 16 nimmt eine erste Ventilstufe 20 auf, die in vorteilhafter Weise als Magnetventil ausgebildet sein kann, ferner eine zweite Ventilstufe 42, die als hydraulisches Ventil ausgebildet ist. Die erste Ventilstufe 20, bei der es sich um ein Magnetventil handelt, umfasst eine Magnetspule 22. Über diese Magnetspule wird mittels eines Betätigungselementes ein erster Ventilsitz 24 der ersten Ventilstufe 20 öffnendes oder diesen verschließendes erstes Schließelement 26 betätigt. Das beispielsweise kugelförmig ausgebildete erste Schließelement 26 verschließt oder öffnet eine Ablaufdrossel 28 im ersten Ventilsitz 24, so dass ein Steuer-raum 30, der im gemeinsamen Ventileinsatz 16 aufgenommen ist, druckentlastbar ist. Der Steuer-raum 30 im gemeinsamen Ventileinsatz 16 wird über einen sich durch das Vollmaterial des gemeinsamen Ventileinsatzes 16 erstreckenden Zulaufdrosselkanal 44 druckbeaufschlagt. Der ersten Ventilstufe ist ein erster Rücklaufkanal 32 zugeordnet, welcher in einen gemeinsamen Rücklaufbereich 34 mündet. In den durch die erste Ventilstufe druckentlastbaren Steuer-raum 30 ragt eine Stirnseite eines kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers 38 hinein. Der kolbenförmig ausgebildete Druck-

übersetzer 38 kann über eine Schließfeder 40 in Schließrichtung beaufschlagt sein. Die Schließfeder 40 kann beispielsweise an einem hinsichtlich seines Durchmessers verjüngten Bereich des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers aufgenommen sein und stützt sich in vorteilhafter Weise an der Unterseite des ersten Ventilsitzes 24 ab. Der kolbenförmig ausgebildete Druckübersetzer 38 beaufschlagt ein zweites Schließelement 48, was insbesondere kugelförmig ausgebildet ist und Teil der zweiten Ventilstufe 42 ist, die als hydraulisches Ventil ausgebildet ist. Wie aus der Darstellung gemäß Figur 1 entnehmbar, wird das zweite Schließelement 48 durch den kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzer 38 in einen zweiten Ventilsitz 42, der einen Ventiltrichter 70 aufweist gedrückt. Der zweite Ventilsitz 52 umfasst eine rohrförmig ausgebildete Vordrossel 50 sowie eine Drosselbohrung 56, durch welche der Hohlraum 14 des Hochdruckspeichers 12 mit dem Zulaufdrosselkanal 44 zur Befüllung des Steuer-raumes 30 verbunden ist. Wie aus Figur 1 des Weiteren hervorgeht, ist der zweite Ventilsitz 52 über Beißkanten 54 an der Planseite des Vollmaterials des Hochdruckspeichers 12 zentriert.

[0020] Im gemeinsamen Ventileinsatz 16 ist ein Ventilraum 66 ausgebildet, von dem aus ein zweiter Rücklaufkanal 46 zum gemeinsamen Rücklauf 34 auf der Niederdruckseite des Druckregelventils 10 verläuft. Entlang des Druckübersetzers 38, der sich zwischen dem Steuer-raum 30 und dem zweiten Schließelement 48 erstreckt, verläuft ein fertigungsbedingter Führungsspalt 64, über den ein Leakagestrom 58 abströmt (vgl. Darstellung gemäß Figur 2).

[0021] Eine Kontaktzone zwischen dem kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzer 38 einerseits und dem Umfang des beispielsweise kugelförmig ausgebildeten zweiten Schließelementes 48 ist durch Bezugszeichen 68 identifiziert.

[0022] In Figur 2 ist das erfindungsgemäß vorgeschlagene Druckregelventil gemäß Figur 1 im geschlossenen Zustand dargestellt.

[0023] Im geschlossenen Zustand des Druckregelventils 10 stellt sich ein mit Bezugszeichen 58 identifizierter Leakagestrom ein. Aufgrund des im Hohlraum 14 des Hochdruckspeichers 12 mit hohem Druck bevorrateten Kraftstoffes stellt sich eine Leakage ein, die ausgehend vom Hohlraum 14 durch die Drosselbohrung 56 des zweiten Ventilsitzes 52 dem Zulaufdrosselkanal 44 zuströmt. Über den Zulaufdrosselkanal 44 wird der Steuer-raum 30 im gemeinsamen Ventileinsatz 16 beaufschlagt. Entlang des sich fertigungsbedingt einstellenden Führungsspalt 64 zwischen der Aufnahmebohrung für den Druckübersetzer 38 im gemeinsamen Ventileinsatz 16 strömt der Leakagestrom 58 in den Ventilraum 66 und von dort über den zweiten Rücklaufkanal 46 dem gemeinsamen Rücklauf 34 auf der Niederdruckseite des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils 10 zu. Die Größe des Leakagestromes ist vernachlässigbar. Der Leakagestrom 58 strömt auf der Niederdruckseite wieder dem Kraftstofftank des Fahrzeugs zu.

[0024] Figur 3 zeigt das erfindungsgemäß vorgeschlagene zweistufig ausgebildete Druckregelventil in einem Zustand, in dem zur Realisierung kleiner Durchflüsse die erste Ventilstufe aktiviert ist.

[0025] Wie Figur 3 zu entnehmen ist, ist die erste Ventilstufe 20, d.h. das Magnetventil aktiviert. Bei Bestromung der Magnetspule 22 fährt das Ventilglied 36 auf, so dass das erste kugelförmig ausgebildete Schließelement 26 den ersten Ventilsitz 24 freigibt und der Steuerraum 30 demzufolge über die Ablaufdrossel 28 druckentlastet wird. Es stellt sich demnach ein erster Leakagestrom 60 ein, wie in Figur 3 eingezeichnet. Der erste Leakagestrom 60 strömt ebenfalls über die Drosselbohrung 36 des zweiten Ventilsitzes 52, den Zulaufdrosselkanal 44 im gemeinsamen Ventileinsatz 16 dem Steuerraum 30 zu und strömt durch die geöffnete Ablaufdrossel 28 und den ersten Rücklaufkanal 32 dem gemeinsamen Rücklauf 34 auf der Niederdruckseite des Druckregelventils 10 zu.

[0026] In diesem in Figur 3 dargestellten Zustand ist die zweite Ventilstufe 42, d.h. das hydraulische Ventil noch nicht betätigt, da der Druck im Steuerraum 30 noch nicht auf den Öffnungsdruck, bei dem der kolbenförmig ausgebildete Druckübersetzer 38 öffnet, abgesunken ist.

[0027] Im in Figur 3 dargestellten Zustand können bei sehr kleinen Durchflüssen durch die entsprechend dimensionierte Ablaufdrossel 28 kleine Durchflüsse realisiert werden, so dass der Systemdruck im Hochdruckspeicher 16 direkt geregelt werden kann. Die erste Ventilstufe 20, d.h. das Magnetventil ist solange aktiv, solange der Druck im Steuerraum 30 nicht unterhalb des Öffnungsdruckes des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers 38 absinkt.

[0028] Figur 3 zeigt, dass in dem dort dargestellten Betriebszustand der Druck im Steuerraum 30 noch nicht so weit abgesunken ist, dass der kolbenförmig ausgebildete Druckübersetzer 38 auffährt, d.h. das zweite Schließelement 78 den zweiten Ventilsitz 52 noch nicht freigibt. Demnach stellt sich in dem in Figur 3 dargestellten Zustand lediglich der erste Leakagestrom 60 ein, der - wie oben skizziert - durch den Steuerraum 30 und den ersten Rücklaufkanal 32 abfließt. Gleichzeitig strömt der Leakagestrom 58 ausgehend vom Hohlraum 14 des Hochdruckspeichers 12 ebenfalls über die Drosselbohrung 56, den Zulaufdrosselkanal 44 im gemeinsamen Ventileinsatz 16, den Steuerraum 30, den ersten Rücklaufkanal 32, dem gemeinsamen Rücklauf 34 des Hochdruckspeichers 12 zu.

[0029] Figur 4 zeigt das erfindungsgemäß vorgeschlagene zweistufig ausgebildete Druckregelventil in einem Zustand, bei dem sowohl die erste Ventilstufe als auch die zweite Ventilstufe des Druckregelventils aktiviert ist.

[0030] Ausgehend vom Zustand in Figur 3, bei dem durch Aktivierung der ersten Ventilstufe 20 der Druck im Steuerraum 30 sinkt, zeigt Figur 4, dass bei einem weiter fortschreitenden Druckabbau im Steuerraum 30 bei geöffneter Ablaufdrossel 28 der Druck im Steuerraum 30 so weit sinkt, dass sich der kolbenförmig ausgebildete

Druckübersetzer 38 in den Steuerraum 30 bewegt und somit das zweite Schließelement 58 den zweiten Ventilsitz 52 - wie in Figur 4 dargestellt - freigibt. Demzufolge strömt nunmehr Kraftstoff aus dem Hohlraum 14 des Hochdruckspeichers 12 über die Vordrossel 50, den geöffneten zweiten Ventilsitz 52 in den Ventilraum 66 ein. Von diesem aus strömt der Kraftstoff über den zweiten Rücklaufkanal 46 im gemeinsamen Ventileinsatz 16 ab und dem gemeinsamen Rücklauf 34 zu. Im gemeinsamen Rücklauf 34 vereinigen sich demnach, gemäß der Darstellung in Figur 4, der Leakagestrom 58, der erste Leakagestrom 60, der bei aktivierter erster Ventilstufe 20 abströmt sowie der zweite Leakagestrom 62, der bei geöffneter zweiter Ventilstufe 42 abströmt, zu einem gemeinsamen Leakagestrom, der dem Kraftstofftank des Fahrzeuges wieder zugeleitet wird.

[0031] Bei dem in Figur 4 dargestellten Zustand handelt es sich um denjenigen, der innerhalb eines zweiten Betriebsbereiches des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils 10 vorliegt, wenn ein höherer Durchfluss benötigt wird, um den Druck im Hochdruckspeicher 12 zu regeln.

[0032] Aus der Darstellung gemäß der Figuren 3 und 4 geht hervor, dass die zweite Ventilstufe 42 dann aktiviert wird, wenn der Druck im Steuerraum 30 durch die durch erste Ventilstufe 20 geöffnete Ablaufdrossel 28 so weit abgesunken ist, dass das Druckniveau im Steuerraum 30 unterhalb des Öffnungsdruckes des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers 38 abgesunken ist - unter Berücksichtigung der in Schließrichtung des Druckübersetzers 38 wirkenden Schließfeder 40 - die am kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzer aufgenommen ist.

[0033] Sobald die erste Ventilstufe 20 wieder aktiviert wird, d.h. die erste Ventilstufe 20 - ausgebildet als ein Magnetventil - das erste Schließelement 26 wieder in den ersten Ventilsitz 24 stellt, erfolgt ein Druckaufbau im Steuerraum 30, da dieser kontinuierlich durch das Betriebsdruckniveau, welches im Hohlraum 14 des Hochdruckspeichers 12 aufrecht wird, beaufschlagt ist. Der Druck im Hohlraum 14 des Hochdruckspeichers 12 liegt über die Drosselbohrung 56 und den sich an diese anschließenden Zulaufdrosselkanal 44 stets am Steuerraum 30 an, so dass in diesem bei geschlossener Ablaufdrossel 28 das Druckniveau steigt. Sobald das Druckniveau im Steuerraum 30 so weit angestiegen ist, dass der Öffnungsdruck des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers 38 erreicht und überschritten wird, bewegt sich der kolbenförmig ausgebildete Druckübersetzer 38, unterstützt durch die Schließfeder 40, in Schließrichtung des zweiten Schließelementes 48. Dieses wird somit in den Ventiltrichter 70 des zweiten Ventilsitzes 52 gestellt, so dass die Vordrossel 50, die zentrisch im zweiten Ventilsitz 52 ausgebildet ist, geschlossen wird. Sobald die zweite Ventilstufe 42 geschlossen ist, wird nur noch der Leakagestrom 58 (vgl. Darstellung gemäß Figur 2) in den gemeinsamen Rücklauf befördert, was dem Fertigungsbedingt vorhandenen Führungs-

spalt 64 zwischen der Mantelfläche des kolbenförmig ausgebildeten Druckübersetzers 38 einerseits und dem Maß der den kolbenförmigen Druckübersetzer 38 aufnehmenden Bohrung im gemeinsamen Ventileinsatz 16 geschuldet ist.

[0034] Durch das erfindungsgemäß vorgeschlagene Druckregelventil 10 kann in kompakter Bauweise erreicht werden, dass die erste Ventilstufe 20 und die zweite Ventilstufe 42 in ein und demselben Ventileinsatz 16 integriert werden können. Dabei kann die erste Ventilstufe 20, vorzugsweise ausgebildet als Magnetventil, an dem ersten Betriebsbereich des Druckregelventils hinsichtlich der erforderlichen zu realisierenden Durchflussmengen optimal ausgelegt werden, wobei auch die zweite Ventilstufe 42 des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckregelventils 10, ausgebildet als hydraulisches Ventil, in optimaler Weise an die darzustellenden größeren Durchflussmengen und das dementsprechende Druckniveau angepasst werden.

Patentansprüche

1. Druckregelventil (10) zur Regelung des Druckes in einem Hochdruckspeicher (12) für ein Kraftstoffeinspritzsystem, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckregelventil (10) zweistufig ausgeführt ist und eine erste Ventilstufe (20) für einen kleineren Durchfluss innerhalb eines ersten Betriebsbereiches des Druckregelventils (10) und eine weitere, zweite Ventilstufe (42) für einen größeren Durchfluss innerhalb eines zweiten Betriebsbereiches des Druckregelventils (10) umfasst.
2. Druckregelventil (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ventilstufe (20) als Magnetventil und die zweite Ventilstufe (42) als hydraulisches Ventil ausgeführt ist.
3. Druckregelventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kleinere Durchfluss der ersten Ventilstufe (20) in einem Bereich < 50 l/h und der größere Durchfluss der zweiten Ventilstufe (42) in einem Bereich bis 400 l/h liegt.
4. Druckregelventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Betriebsbereich des Druckregelventils (10) durch Durchflüsse unter 50 l/h bei Drücken ≥ 3000 bar charakterisiert ist.
5. Druckregelventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Betriebsbereich des Druckregelventils (10) durch Durchflüsse bis 400 l/h und niedrigen Drücken zwischen 150 bar und 500 bar charakterisiert ist.
6. Druckregelventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ventilstufe (20) ein erstes Schließelement (26) umfasst, das einen Steuerraum (30) druckentlastet.
7. Druckregelventil (10) gemäß den vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerraum (30) einen Druckübersetzer (38) druckbeaufschlagt, der seinerseits ein zweites Schließelement (48) der zweiten Ventilstufe (42) beaufschlagt.
8. Druckregelventil (10) gemäß den beiden vorhergehenden Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Erreichen und Unterschreiten eines Öffnungsdruckniveaus für den Druckübersetzer (38) im Steuerraum (30) das zweite Schließelement (48) der zweiten Ventilstufe (42) einen zweiten Ventilsitz (52) freigibt.
9. Druckregelventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckübersetzer (38) durch eine Schließfeder (40) in Schließrichtung beaufschlagt ist.
10. Druckregelventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ventilstufe (20) und die zweite Ventilstufe (42) in einem gemeinsamen Ventileinsatz (16) aufgenommen sind.
11. Druckregelventil (10) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gemeinsame Ventileinsatz (16) eine Zulaufdrossel (44) zur Befüllung des Steuerraumes (30) sowie einen ersten Rücklaufkanal (32) und einen zweiten Rücklaufkanal (46) umfasst, die in einen gemeinsamen Rücklauf (34) an einer Niederdruckseite münden.
12. Verwendung des Druckregelventils (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 an einem Hochdruckspeicher (12) (Common Rail) eines Kraftstoffeinspritzsystems für Personenkraftwagen oder Lastkraftwagen.

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

1. Druckregelventil (10) zur Regelung des Druckes in einem Hochdruckspeicher (12) für ein Kraftstoffeinspritzsystem, wobei das Druckregelventil (10) zweistufig ausgeführt ist und eine erste Ventilstufe (20) für einen kleineren Durchfluss innerhalb eines ersten Betriebsbereiches des Druckregelventils (10) und eine weitere, zweite Ventilstufe (42) für einen

größeren Durchfluss Innerhalb eines zweiten Betriebsbereiches des Druckregelventils (10) umfasst **dadurch gekennzeichnet dass** die erste Ventilstufe (20) als Magnetventil und die zweite Ventilstufe (42) als hydraulisches Ventil ausgeführt ist, wobei der Druck im Hochdruckspeicher (12) zumindest bei einem kleinen Durchfluss bis zu 50l/h direkt durch die erste Ventilstufe (20) geregelt werden kann wobei die erste Ventilstufe (20) und die zweite Ventilstufe (42) in einem gemeinsamen Ventileinsatz (16) aufgenommen sind, und wobei der Ventileinsatz (16) an seiner Mantelfläche ein Schraubgewinde aufweist, mit welchem der Ventileinsatz (16) in den Hochdruckspeicher (12) einschraubbar ist.

2. Druckregelventil (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kleine Durchfluss der ersten Ventilstufe (20) durch eine Ablaufdrossel (28) begrenzt ist und in einem Bereich <50l/h liegt, und der größere Durchfluss der zweitenden zweiten Ventilstufe (42) durch eine Vordrossel (50) begrenzt ist und in einem Bereich bis 400l/h liegt

3. Druckbegrenzungsventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Betriebsbereich des Druckregelventils (10), bei dem eine Druckregelung ausschließlich über die erste Ventilstufe (20) erfolgt, durch Drücke unter 50l/h bei Drucken 3000bar charakterisiert ist.

4. Druckbegrenzungsventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Betriebsbereich des Druckregelventils (10), bei dem die zweite Ventilstufe (42) öffnet, durch Durchflüsse bis 400l/h und niedrige Drücke zwischen 150 bar und 500 bar charakterisiert ist

5. Druckregelventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Ventilstufe (20) ein erstes Schließelement (26) umfasst, das einen Steuerraum (30) druckentlastet

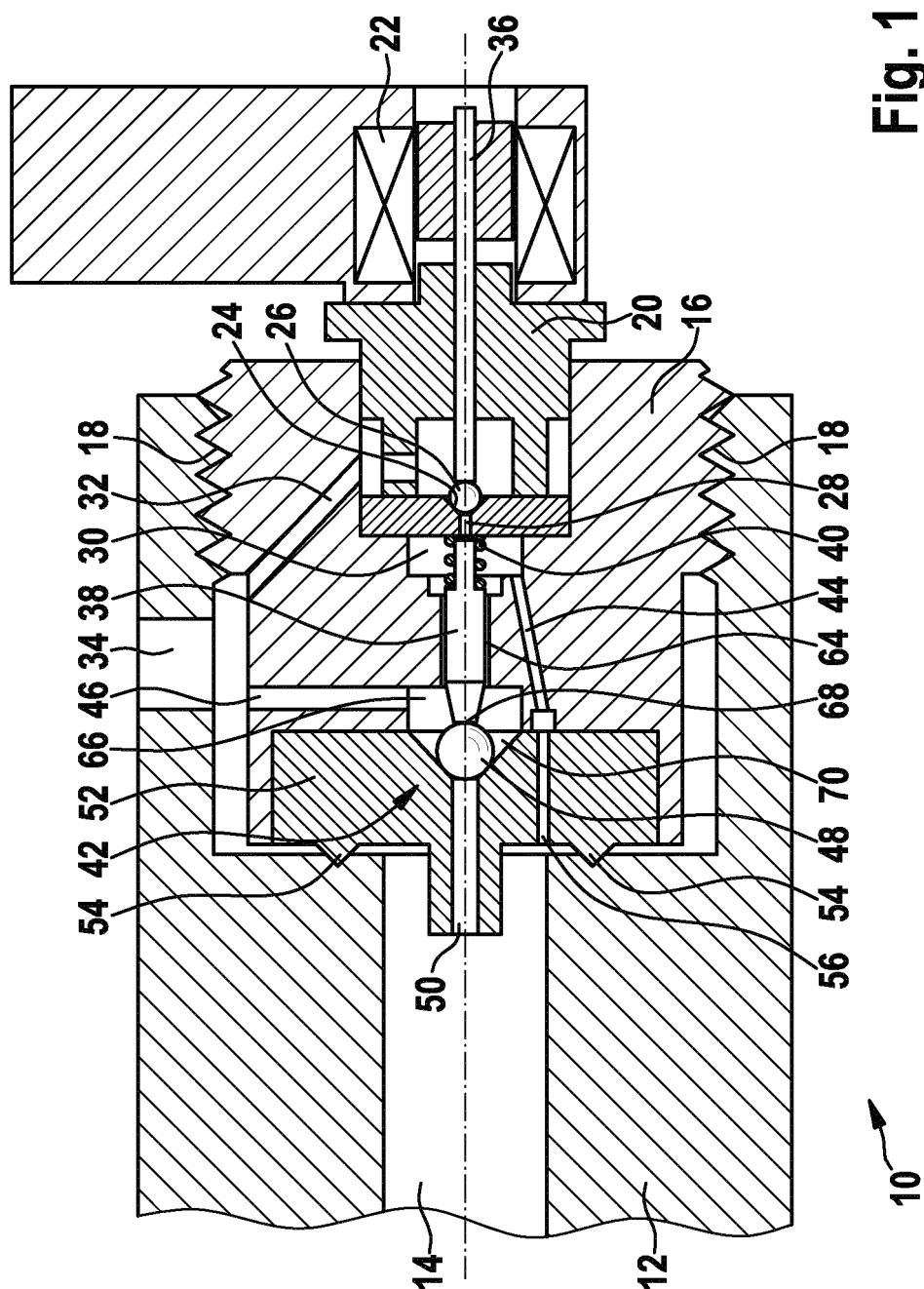
6. Druckregelventil (10) gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerraum (30) einen Druckübersetzer (38) druckbeaufschlagt, der seinerseits ein zweites Schließelement (48) der zweiten Ventilstufe (42) beaufschlagt.

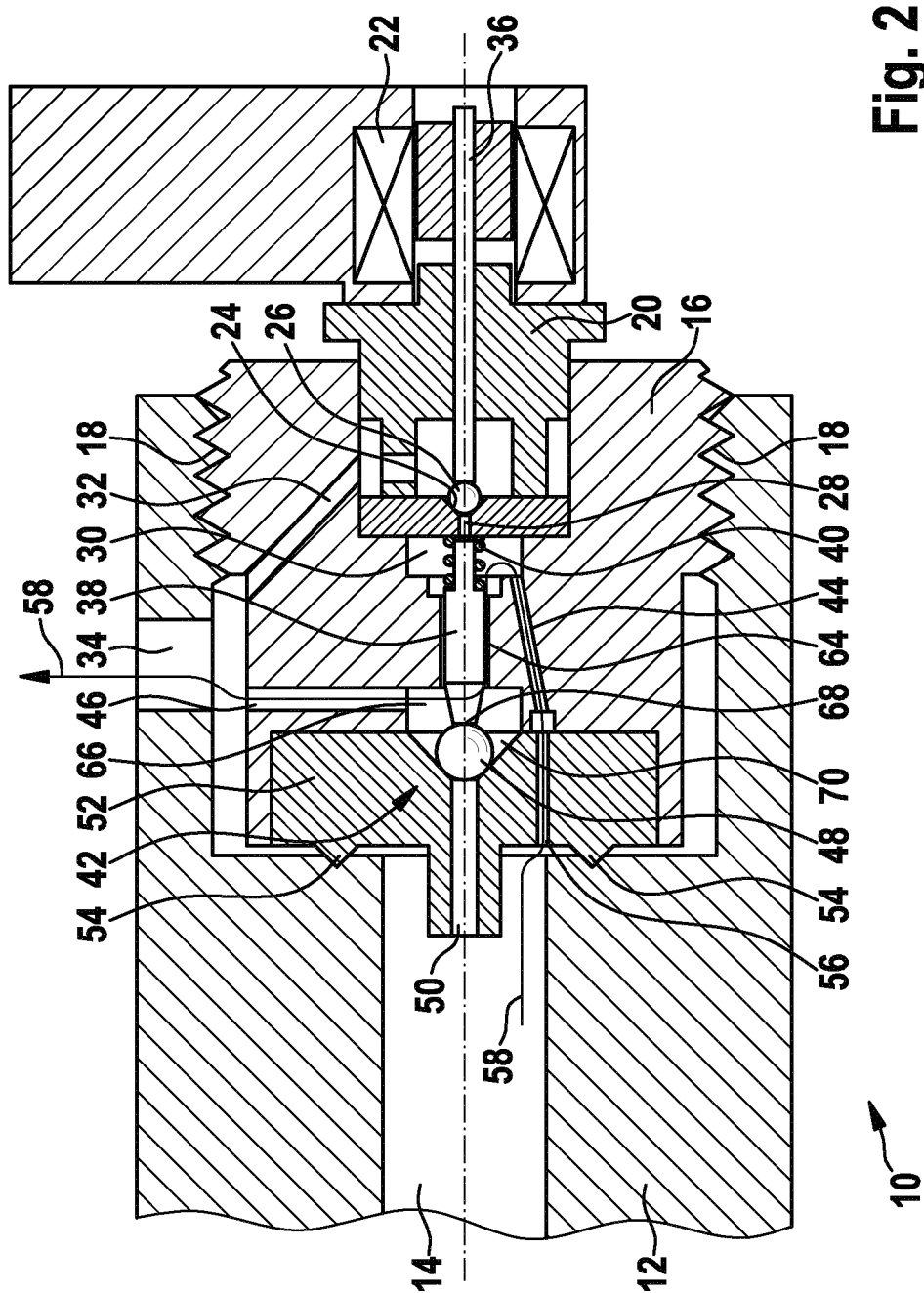
7. Druckregelventil (10) gemäß Anspruch 5 und Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Erreichen und Unterschreiten eines Öffnungsdruckniveaus für den Druckübersetzer (38) im Steuerraum (30) das zweite Schließelement (48) der zweiten Ventilstufe (42) einen zweiten Ventilsitz (52) freigibt.

8. Druckregelventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckübersetzer (38) durch eine Schließfeder (40) in Schließrichtung beaufschlagt ist.

9. Druckregelventil (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gemeinsame Ventileinsatz (16) eine Zulaufdrossel (44) zur Befüllung des Steuerraums (30) sowie einen ersten Rücklaufkanal (32) und einen zweiten Rücklaufkanal (46) umfasst, die in einen gemeinsamen Rücklauf (34) an einer Niederdruckseite münden.

10. Verwendung des Druckregelventils (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 an einem Hochdruckspeicher (12) (Common Rail) eines Kraftstoffeinspritzsystems für Personenkraftwagen oder Lastkraftwagen.





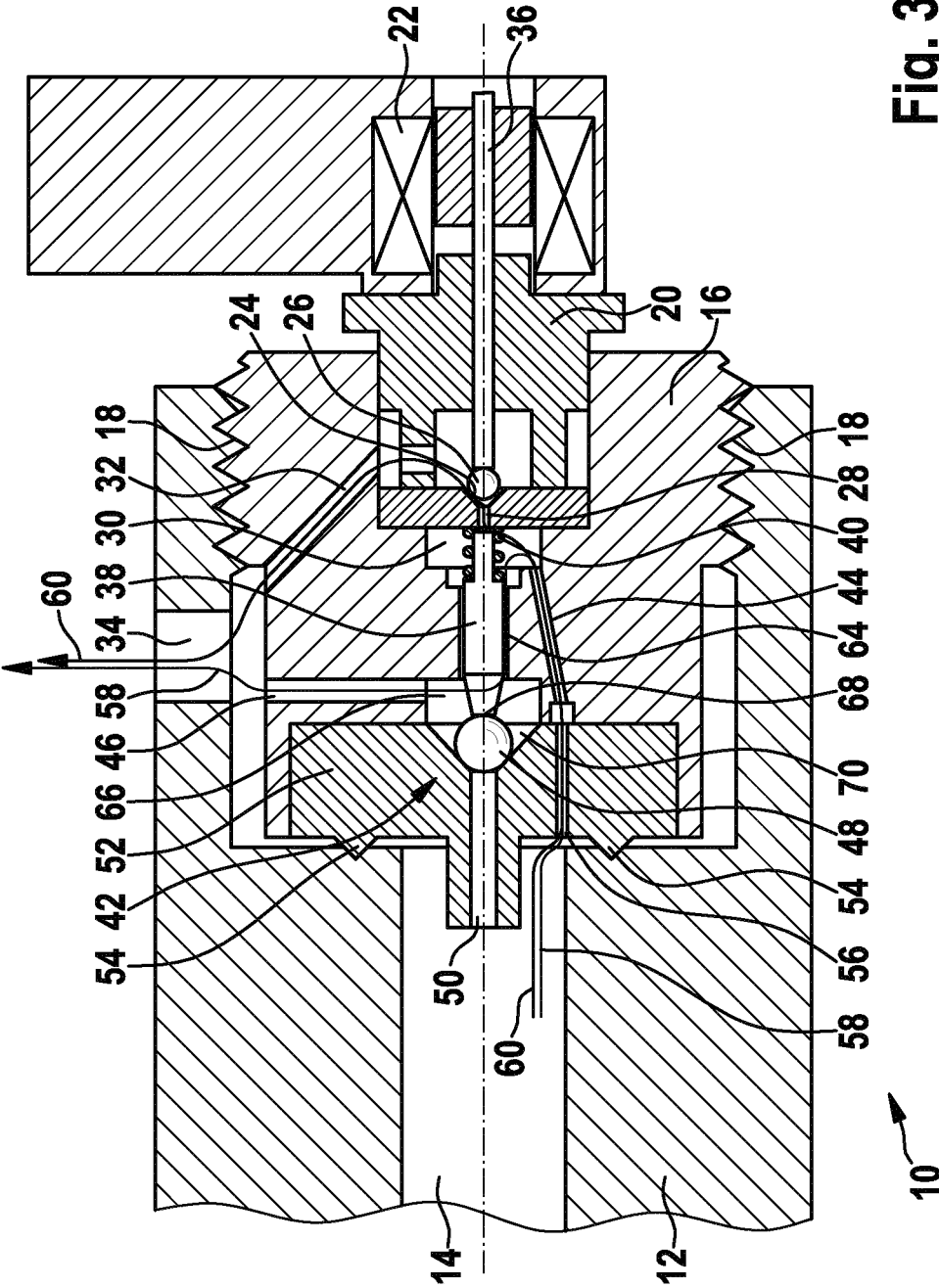
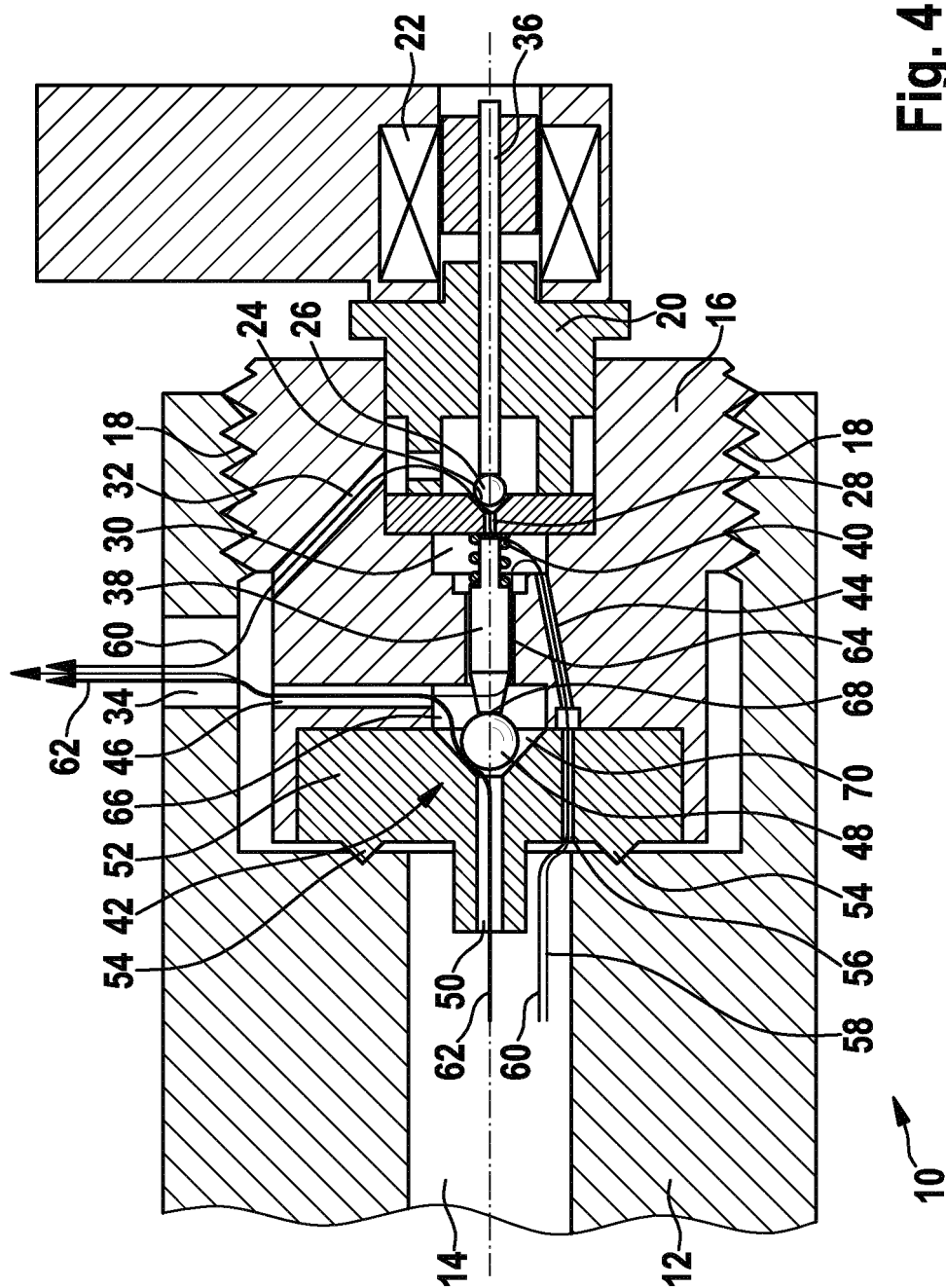


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 15 4525

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 964 153 A2 (WAERTSILAE NSD OY AB [FI]) WAERTSILAE TECH OY AB [FI]) 15. Dezember 1999 (1999-12-15)	1,2, 6-10,12	INV. F02M55/02 F02M63/00
Y	* Zusammenfassung; Abbildung 2 * * Absatz [0015] * * Absatz [0001] - Absatz [0002] * * Absatz [0005] - Absatz [0007] * * Absatz [0010] - Absatz [0011] * * Absatz [0014] * * Absatz [0016] - Absatz [0018] * * Absatz [0019] * * Absatz [0021] * * Ansprüche 1-5 * * Ansprüche 7-11 *	11	
A	EP 0 226 774 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 1. Juli 1987 (1987-07-01) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Absatz [0007] - Absatz [0008] * * Absatz [0003] * * Absatz [0005] *	1,2,6-9	
X	WO 03/023266 A1 (INVENSYS SENSOR SYSTEMS [US]) 20. März 2003 (2003-03-20) * Zusammenfassung; Abbildungen 2,4,17 * * Seite 1, Zeile 9 - Zeile 11 * * Seite 4, Zeile 15 - Zeile 24 * * Seite 5, Zeilen 1-18 * * Seite 7, Zeile 17 - Seite 8, Zeile 5 * * Seite 8, Zeile 22 - Seite 11, Zeile 9 * * Seite 28, Zeile 6 - Zeile 10 * * Seite 32, Zeile 2 - Zeile 4 * * Anspruch 7 * * Anspruch 8 * * Anspruch 9 * * Anspruch 15 *	1,2,6,8, 12	F02M F16K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 29. Mai 2013	Prüfer Barunovic, Robert
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 15 4525

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	FR 2 421 418 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. Oktober 1979 (1979-10-26) * Seite 2, Zeile 31 - Seite 3, Zeile 27 * * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Anspruch 7 * * Anspruch 1 * -----	11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 29. Mai 2013	Prüfer Barunovic, Robert
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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 15 4525

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.

29-05-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0964153	A2	15-12-1999	AT 251715 T 15-10-2003
			AT 254720 T 15-12-2003
			DE 69911849 D1 13-11-2003
			DE 69911849 T2 19-08-2004
			DE 69913005 D1 24-12-2003
			DE 69913005 T2 26-08-2004
			DK 964153 T3 16-02-2004
			DK 1288490 T3 29-03-2004
			EP 0964153 A2 15-12-1999
			EP 1288490 A1 05-03-2003
			FI 981306 A 09-12-1999
			JP 4291918 B2 08-07-2009
			JP 2000027729 A 25-01-2000
			US 6209523 B1 03-04-2001
EP 0226774	A2	01-07-1987	DE 3544389 A1 19-06-1987
			EP 0226774 A2 01-07-1987
WO 03023266	A1	20-03-2003	DE 60210306 T2 30-11-2006
			EP 1425529 A1 09-06-2004
			US 2003137378 A1 24-07-2003
			WO 03023266 A1 20-03-2003
FR 2421418	A1	26-10-1979	CH 639215 A5 31-10-1983
			DE 2813618 A1 04-10-1979
			FR 2421418 A1 26-10-1979
			JP S6149544 B2 30-10-1986
			JP S54133630 A 17-10-1979

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 10231135 A1 [0001]