



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.04.2004 Patentblatt 2004/17

(51) Int Cl.7: **F02M 59/46**, F02M 59/36,
F02M 59/44, F02M 63/02

(21) Anmeldenummer: **03015658.2**

(22) Anmeldetag: **17.07.2003**

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

(30) Priorität: **15.10.2002 DE 10247976**
18.06.2003 DE 10327411

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

(72) Erfinder:
• **Rembold, Helmut**
70435 Stuttgart (DE)
• **Siegel, Heinz**
70435 Stuttgart (DE)
• **Schroeder, Bernd**
73732 Esslingen (DE)
• **Schumacher, Matthias**
71679 Asperg (DE)

(54) **Druckbegrenzungsventil für ein Kraftstoffeinspritzsystem**

(57) Ein Druckbegrenzungsventil (56) einer Kraftstoffhochdruckpumpe (30), das während des Förderhubs der Kraftstoffhochdruckpumpe (30) nicht öffnet, selbst wenn der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils kurzzeitig überschritten wird, da das Ventilihr (74) des Druckbegrenzungsventils (56) während des Förderhubs von beiden Seiten mit dem im Förderraum

der Hochdruckpumpe (30) herrschenden Druck beaufschlagt wird. Erst während des Saughubs der Hochdruckpumpe, wenn der Druck im Förderraum (60) absinkt, kann das Druckbegrenzungsventil (56) öffnen, wenn die Druckdifferenz zwischen einer Hochdruck-Kraftstoffleitung (42) und dem Förderraum (60) der Kraftstoffhochdruckpumpe (30) einen vorgegebenen Betrag übersteigt.

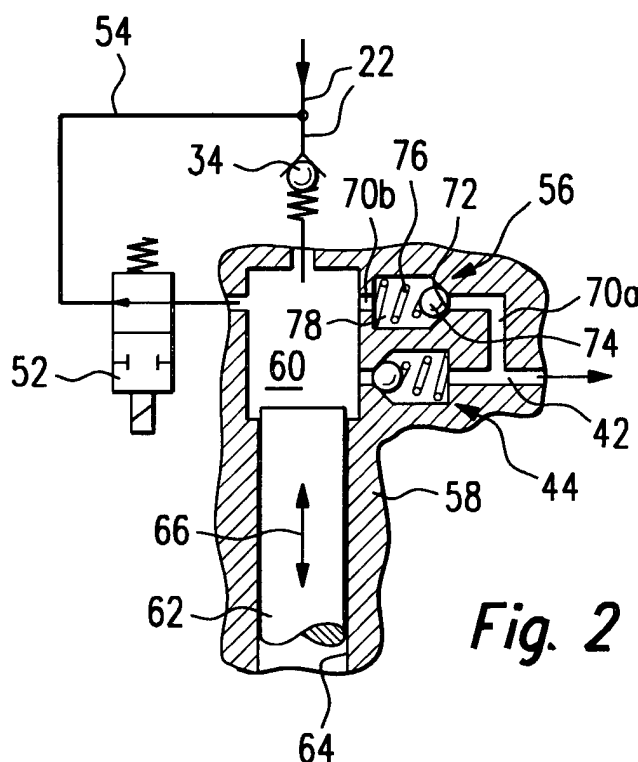


Fig. 2

Beschreibung

Stand der Technik

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Druckbegrenzungsventil für ein Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine, welches einen Einlass und einen Auslass aufweist, und mit einem vorgespannten Ventilelement, welches ab einer bestimmten zwischen Einlass und Auslass vorhandenen Druckdifferenz den Einlass mit dem Auslass hydraulisch verbindet.

10 **[0002]** Ein solches Druckbegrenzungsventil ist vom Markt her bekannt. Es kommt vorzugsweise in solchen Kraftstoffsystemen zum Einsatz, welche bei Brennkraftmaschinen mit Benzin-Direkteinspritzung verwendet werden. Derartige Kraftstoffsysteme verfügen üblicherweise über einen Niederdruckbereich und einen Hochdruckbereich. Eine elektrische Vorförderpumpe fördert den Kraftstoff aus einem Tank in den Niederdruckbereich, aus dem der Kraftstoff über eine Hochdruckpumpe in eine Kraftstoff-Sammelleitung ("Common-Rail genannt) gefördert wird. Der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung wird üblicherweise durch ein Druckregel- oder ein Mengensteuerventil geregelt.

15 **[0003]** Um jedoch eine Absicherung gegen einen zu hohen Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung zu schaffen, ist im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems ein Druckbegrenzungsventil vorgesehen. Bei diesem handelt es sich im Allgemeinen um ein Druckbegrenzungsventil mit einem von einer Feder gegen einen Ventilsitz gepressten Ventilelement. Übersteigt der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung einen bestimmten Grenzwert, hebt das Ventilelement vom Ventilsitz ab, so dass Kraftstoff vom Einlass des Druckbegrenzungsventils zum Auslass und von dort zurück zum Niederdruckbereich des Kraftstoffsystems strömen kann.

20 **[0004]** Dieses bekannte Druckbegrenzungsventil arbeitet bereits sehr gut und vor allem sehr zuverlässig. Allerdings sind den Anordnungsmöglichkeiten des Druckbegrenzungsventils in dem Kraftstoffsystem Grenzen gesetzt:

25 **[0005]** Im Allgemeinen muss das Druckbegrenzungsventil im Bereich der Kraftstoff-Sammelleitung, also in einer gewissen Entfernung von der Hochdruckpumpe, angeordnet werden. Der Grund dafür ist, dass die Hochdruckpumpe im Betrieb Druckpulsationen erzeugt, deren Spitzen den Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils übersteigen können. Würde das Druckbegrenzungsventil unmittelbar bei der Hochdruckpumpe angeordnet werden, bestünde die Gefahr, dass das Druckbegrenzungsventil aufgrund der Druckpulsationen öffnet, obwohl der maximale Systemdruck noch nicht erreicht ist. Erst in einer gewissen Entfernung von der Hochdruckpumpe kommt es zu einer Glättung der Druckpulsationen aufgrund der Drosseleffekte in der Kraftstoffleitung und aufgrund der Kompressibilität des Kraftstoffs.

30 **[0006]** Alternativ hierzu wäre es auch möglich, das Druckbegrenzungsventil so auszulegen, dass sein Öffnungsdruck oberhalb der aufgrund der Druckpulsationen vorhandenen Druckspitzen liegt. Dieses Druckbegrenzungsventil kann dann in unmittelbarer Nähe der Hochdruckpumpe angeordnet sein oder sogar in diese integriert werden. Im Notlaufbetrieb, wenn also die Druckregelung der Kraftstoff-Sammelleitung nicht mehr ordnungsgemäß funktioniert und dann ein höherer Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung als der normale Systemdruck herrscht, muss dennoch ein sicherer Betrieb der Brennkraftmaschine sichergestellt sein. Dies wiederum würde bedeuten, dass die Komponenten des Hochdruckbereichs des Kraftstoffsystems bezüglich ihrer Funktion für den hohen Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventil ausgelegt sein müssen. Derartige Komponenten sind jedoch relativ teuer.

35 **[0007]** Aus der nachveröffentlichten DE 101 18 936 ist eine Druckbegrenzungseinrichtung bekannt, bei welcher die Druckpulsationen durch eine Ausgleichskammer abgebaut werden, so dass die Druckbegrenzungseinrichtung im Normalbetrieb der Kraftstoffpumpe trotz der von der Hochdruckpumpe verursachten Druckpulsationen nicht öffnet. Dies erlaubt die Anordnung der Druckbegrenzungseinrichtung auch in der Nähe der Hochdruckpumpe.

40 **[0008]** Bei dem erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventil ist vorgesehen, dass der Auslass des Druckbegrenzungsventils mit einem Förderraum einer Hochdruckpumpe des Kraftstoffsystems hydraulisch in Verbindung steht.

45 Vorteile der Erfindung

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventil wird ein unerwünschtes Öffnen dadurch verhindert, dass die während des Förderhubs von der Hochdruckpumpe verursachten Druckpulsationen das Ventilglied von beiden Seiten, das heißt sowohl vom Einlass als auch vom Auslass, beaufschlagen. In Folge dessen verursachen die Druckpulsationen, deren Maximum deutlich über dem Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils liegen kann, keine resultierende hydraulische Kraft auf das Ventilglied. Dadurch ist gewährleistet, dass das Ventilglied während des Förderhubs nicht von seinem Ventilsitz abhebt und somit das Druckbegrenzungsventil nicht öffnet.

50 **[0010]** Andererseits verhindert das erfindungsgemäße Druckbegrenzungsventil während des Saughubs der Hochdruckpumpe das Auftreten unzulässig hoher Drücke im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems. Dann nämlich ist das Rückschlagventil zwischen dem Förderraum der Hochdruckpumpe und dem Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems geschlossen und ein eventuell erhöhter Druck im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems öffnet das Ventilglied des Druckbegrenzungsventils, so dass ein Druckabbau stattfindet.

55 **[0011]** Das erfindungsgemäße Druckbegrenzungsventil ist sehr einfach aufgebaut und unterscheidet sich von an-

deren aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen im Wesentlichen durch die erfindungsgemäße Verschaltung. Grundsätzlich können sowohl mit Sitzventilen als auch mit Schieberventilen die erfindungsgemäßen Vorteile realisiert werden.

[0012] Bei einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass das Druckbegrenzungsventil ein Gehäuse mit einem Ventilsitz und einer Federkammer aufweist, dass in der Federkammer eine Feder vorgesehen ist, die sich einenends gegen das Gehäuse und anderenends gegen das Ventilglied abstützt, und dass die Federkammer mit dem Auslass hydraulisch in Verbindung steht. Diese Anordnung entspricht im wesentlichen einem aus dem Stand der Technik bekannten Druckbegrenzungsventil, welches erfindungsgemäß mit dem Förderraum der Hochdruckpumpe des Kraftstoffsystems hydraulisch in Verbindung steht.

[0013] Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils ist dadurch gekennzeichnet, dass das Druckbegrenzungsventil einen Federhalter aufweist, und dass zwischen Federhalter und Ventilsitz eine Feder vorgesehen ist, die sich einenends gegen den Federhalter und anderenends gegen das Ventilglied abstützt, so dass das Druckbegrenzungsventil in verschiedenen Einbaulagen in die Kraftstoffhochdruckpumpe integriert werden kann. Außerdem wird die Herstellung des Druckbegrenzungsventils vereinfacht.

[0014] Eine weitere Ergänzung der Erfindung sieht vor, dass der Federhalter mit dem Ventilsitz verbunden ist, so dass Herstellung, Prüfung und Kalibrierung des Druckbegrenzungsventils außerhalb der Kraftstoffhochdruckpumpe erfolgen können. Außerdem wird das Betriebsverhalten der Kraftstoffhochdruckpumpe verbessert, wenn der Öffnungsdruck jedes Druckbegrenzungsventils vor der Montage gemessen und justiert wird.

[0015] Alternativ kann der Federhalter auch in einer Bohrung des Gehäuses befestigt werden, so dass sich die Zahl der Bauteile verringert. Dabei kann der Federhalter in der Bohrung eingepresst und/oder eingeschweißt werden.

[0016] Um ein seitliches Ausweichen der Feder zu verhindern kann der Federhalter einen Stützdorn aufweisen.

[0017] Die Herstellung des Druckbegrenzungsventils wird weiter vereinfacht, wenn der Ventilsitz in einer Sitzhülse angeordnet ist und diese Sitzhülse in einer Bohrung des Gehäuses z. B. durch Einpressen und/oder Schweißen, befestigt ist.

[0018] In weiterer Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass zwischen Federkammer und Auslass ein in dem Gehäuse oder dem Federhalter dichtend geführter Trennkolben vorhanden ist, und dass der Trennkolben auf dem Ventilglied aufliegt, wenn zwischen Auslass und Federkammer eine vorgegebene Druckdifferenz herrscht. Dies bedeutet, dass der Trennkolben während der Saugphase der Hochdruckpumpe vom Ventilglied abhebt. Dadurch werden Druckschwankungen im Förderraum vom Ventilglied während der Saugphase ferngehalten, was die Regelgenauigkeit des Druckbegrenzungsventils verbessert.

[0019] Auf besonders einfache Weise kann dieser Effekt weiter verstärkt werden, wenn zwischen Trennkolben und Ventilglied eine vorgespannte Zusatzfeder vorhanden ist, die den Trennkolben in der Saugphase der Kraftstoffhochdruckpumpe vom Ventilglied abhebt.

[0020] Die Funktion des erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils kann weiter verbessert werden, wenn zwischen Feder und/oder Zusatzfeder und Ventilglied ein Federteller vorgesehen ist. Dadurch kann die Dimensionierung des Ventilglieds und der Federn voneinander entkoppelt werden, was die Auslegung der einzelnen Bauteile erleichtert. Außerdem wird durch den Federteller ein Ausknicken der Federn verhindert.

[0021] Wenn der Liefergrad der Hochdruckpumpe optimiert werden soll, kann die Zusatzfeder zwischen Trennkolben und Gehäuse angeordnet werden, so dass die Zusatzfeder den Trennkolben stets in Anlage an das Ventilglied bringt.

[0022] Die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils kann weiter verbessert werden, wenn die Federkammer mit einer Leckageleitung in Verbindung steht.

[0023] Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Kraftstoffsystem zum Zuliefern von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine, mit einem Vorratsbehälter, mit einer ersten Kraftstoffpumpe, welche eingangsseitig mit dem Vorratsbehälter verbunden ist, mit einer zweiten Kraftstoffpumpe, welche eingangsseitig über eine Kraftstoffverbindung mit der ersten Kraftstoffpumpe verbunden ist, und mit einem Druckbegrenzungsventil, welches den Druck in einer Kraftstoffleitung auf der Ausgangsseite der zweiten Kraftstoffpumpe begrenzt.

[0024] Um ein solches Kraftstoffsystem möglichst variabel bauen zu können, ohne dass zusätzliche Kosten anfallen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass das Druckbegrenzungsventil in der oben beschriebenen Art ausgebildet und verschaltet ist.

[0025] Dabei wird vorgeschlagen, dass die Hochdruckpumpe eine 1-Zylinder-Kolbenpumpe umfasst. Bei einer solchen Hochdruckpumpe sind die Förderpulsationen besonders ausgeprägt, so dass hier das erfindungsgemäße Druckbegrenzungsventil sehr wirkungsvoll arbeitet.

[0026] Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems ist das Druckbegrenzungsventil an die Hochdruckpumpe angebaut, vorzugsweise in diese integriert. Eine derartige Anordnung des Druckbegrenzungsventils innerhalb des Kraftstoffsystems hat den Vorteil, dass auf eine Rückflussleitung vom Druckbegrenzungsventil beispielsweise zum Niederdruckbereich des Kraftstoffsystems verzichtet werden kann. Hierdurch werden die Kosten für das erfindungsgemäße Kraftstoffsystem erheblich gesenkt.

Zeichnung

[0027] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1: eine Prinzipdarstellung eines Kraftstoffsystems mit einer Kraftstoffpumpe, an die ein Druckbegrenzungsventil angebaut ist;
- Figur 2: einen Schnitt durch einen Bereich der Hochdruckpumpe und ein erstes Ausführungsbeispiel eines Druckbegrenzungsventils von Figur 1;
- Figur 3: ein Diagramm, in dem der Druckverlauf im Förderraum und im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems über der Zeit dargestellt ist und
- Figuren 4 bis 13: weitere Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Druckbegrenzungsventile.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0028] In Figur 1 trägt ein Kraftstoffsystem insgesamt das Bezugszeichen 10. Es umfasst einen Niederdruckbereich 12 und einen Hochdruckbereich 14.

[0029] Der Niederdruckbereich 12 umfasst einen Vorratsbehälter 16, in dem Kraftstoff 18 bevorratet wird. Der Kraftstoff 18 wird aus dem Vorratsbehälter 16 von einer ersten Kraftstoffpumpe 20 gefördert. Bei dieser handelt es sich um eine elektrische Kraftstoffpumpe. Die elektrische Kraftstoffpumpe 20 fördert in eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 22. In dieser ist nach der elektrischen Kraftstoffpumpe 20 in Strömungsrichtung gesehen zunächst ein Filter 24 vorgesehen. In Strömungsrichtung gesehen noch vor dem Filter 24 zweigt von der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 eine erste Zweigleitung 26 ab, welche zum Vorratsbehälter 16 zurückführt. In der ersten Zweigleitung 26 ist eine Druckbegrenzungseinrichtung 28 angeordnet.

[0030] Die Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 führt zu einer Hochdruckpumpe 30. Diese wird auf hier nicht näher dargestellte Weise von der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) angetrieben. Bei der Hochdruckpumpe 30 handelt es sich um eine 1-Kolben-Hochdruckpumpe. Stromaufwärts von der Hochdruckpumpe 30 sind in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 noch ein Druckdämpfer 32 und ein Saugventil 34 angeordnet. Zwischen dem Filter 24 und dem Druckdämpfer 32 zweigt von der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 eine zweite Zweigleitung 36 ab, in der ein Niederdruckregler 38 angeordnet ist. Die zweite Zweigleitung 36 führt ebenfalls zum Vorratsbehälter 16. Von der Hochdruckpumpe 30 führt eine Leckageleitung 40 zur zweiten Zweigleitung 36.

[0031] Ausgangsseitig fördert die Hochdruckpumpe 30 in eine Hochdruck-Kraftstoffleitung 42, welche über ein Rückschlagventil 44 zu einer Kraftstoff-Sammelleitung 46 führt. An die Kraftstoff-Sammelleitung 46 sind wiederum Kraftstoff-Einspritzventile 48 angeschlossen, welche den Kraftstoff in einen nicht näher dargestellten Brennraum der Brennkraftmaschine einspritzen. Der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 46 wird von einem Drucksensor 50 erfasst.

[0032] Um das Betriebsverhalten des Hochdruckbereichs 14 des Kraftstoffsystems 10 zu verbessern, kann vor der Kraftstoffsammelleitung 46 in der Hochdruckkraftstoffleitung 42 eine Drossel (nicht dargestellt) vorgesehen sein. Die Drossel vermeidet Druckschwingungen und eine unerwünschte Geräuscentwicklung im Hochdruckbereich 14.

[0033] Der Druck in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und der Kraftstoff-Sammelleitung 46, also im Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10, wird bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 über ein hochdruckseitiges Mengensteuerventil 52 geregelt. Dieses verbindet den zwischen dem Rückschlagventil 44 und der Kraftstoff-Sammelleitung 46 gelegenen Bereich der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 mit dem zwischen dem Saugventil 34 und dem Druckdämpfer 32 gelegenen Bereich der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22. Die Verbindung erfolgt über eine dritte Zweigleitung 54. Das Mengensteuerventil 52 wird von einer in Figur 1 nicht dargestellten Steuer- und Regeleinheit angesteuert, welche wiederum Signale vom Drucksensor 50 erhält. Auf diese Weise wird ein geschlossener Regelkreis für die Regelung des Drucks im Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10 geschaffen. In den Figuren 4 bis 8 wird die Druckregelung im Hochdruckbereich durch ein saugseitig angeordnetes Mengensteuerventil geregelt.

[0034] Um bei einem Ausfall des Mengensteuerventils 52 einen Überdruck in der Kraftstoff-Sammelleitung 46 zu vermeiden, welcher die Funktionstüchtigkeit der Einspritzventile 48 beeinträchtigen könnte, ist in die Hochdruckpumpe 30 ein Druckbegrenzungsventil 56 integriert. Der Aufbau und die Funktion des Druckbegrenzungsventils 56 wird nachfolgend anhand der Figuren 2 sowie 4 bis 8 erläutert:

[0035] Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils 56, welches in ein Gehäuse 58 der Hochdruckpumpe 30 integriert ist. In dem Gehäuse 58 ist ein Förderraum 60 vorhanden, der auf einer Seite von einem Kolben 62 der Hochdruckpumpe 30 begrenzt wird. Der Kolben 62 oszilliert in einer Bohrung 64 des Gehäuses 58. Der Antrieb des Kolbens 62 ist in Fig. 2 nicht dargestellt. Die oszillierende Bewegung des Kolbens

62 ist in Fig. 2 durch einen Doppelpfeil 66 angedeutet.

[0036] In den Förderraum 60 mündet die Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 mit einem Saugventil 34. Von dem Förderraum 60 geht ebenfalls die dritte Zweigleitung 54 ab, in der das Mengensteuerventil 52 angeordnet ist. Des Weiteren zweigt vom Förderraum 60 die Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 mit dem Rückschlagventil 44 ab.

[0037] In Strömungsrichtung gesehen hinter dem Rückschlagventil 44 geht eine vierte Zweigleitung 70 ab, welche die Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 mit dem Förderraum 60 verbindet. Die vierte Zweigleitung 70 besteht aus den Abschnitten 70a und 70b.

[0038] Das Druckbegrenzungsventil 56 ist bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel als Kugelventil ausgebildet. Es können jedoch erfindungsgemäß auch andere Formen von Sitzventilen und auch Schieberventile eingesetzt werden.

[0039] In dem Gehäuse 58 ist ein Ventilsitz 72 ausgearbeitet, welcher mit einem als Kugel im ausgebildeten Ventilglied 74 in an sich bekannter Weise zusammenwirkt. Eine Feder 76, welche sich einenends gegen das Gehäuse 58 abstützt und anderenends gegen das Ventilglied 74 abstützt, bestimmt durch seine Vorspannung den Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 56. Die Feder 76 ist in einem Federraum 78 des Gehäuses 58 untergebracht.

[0040] Dadurch, dass der Federraum 78 und damit auch die Rückseite des Ventilglieds 74 mit dem im Förderraum 60 herrschenden Druck beaufschlagt werden, hebt das Ventilglied 74 während des Förderhubs der Kraftstoff-Hochdruckpumpe 30 auch dann nicht vom Ventilsitz 72 ab, wenn im Förderraum 60 oder in der Kraftstoff-Hochdruckleitung 42 Druckpulsationen auftreten. Während des Förderhubs ist nämlich das Rückschlagventil 44 geöffnet, so dass der Druck in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42, der vierten Zweigleitung 70, dem Federraum 78 und dem Förderraum 60 gleich ist und sich somit die auf das Ventilglied 74 wirkenden hydraulischen Kräfte aufheben.

[0041] Erst während des Saughubs, wenn nämlich der Druck im Förderraum 60 abnimmt und das Rückschlagventil 44 schließt, entsteht eine Druckdifferenz zwischen dem Abschnitt 70a der vierten Zweigleitung 70 und dem Federraum 78 und infolgedessen eine resultierende hydraulische Kraft auf das Ventilglied 74. Wenn diese resultierende hydraulische Kraft die von der Feder 76 auf das Ventilglied 74 ausgeübte Schließkraft überwindet, öffnet das Druckbegrenzungsventil 56 und ein unzulässig hoher Druck in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 wird über die vierte Zweigleitung 70 in den Förderraum 60 abgebaut.

[0042] Wie sich aus der Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels ergibt, ist das erfindungsgemäße Druckbegrenzungsventil 56 so einfach aufgebaut wie andere aus dem Stand der Technik bekannte Druckbegrenzungsventile.

[0043] Durch die erfindungsgemäße Verschaltung bleibt das erfindungsgemäße Druckbegrenzungsventil 56 auch beim Auftreten von Druckpulsationen während des Förderhubs der Kraftstoffhochdruckpumpe 30 geschlossen. Dadurch findet der Druckaufbau in Normalbetrieb der Brennkraftmaschine wie gewünscht statt. Erst, wenn während des Saughubs der Hochdruckpumpe 30 der Druck in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 den Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 56 überschreitet, öffnet das Druckbegrenzungsventil 56 und ermöglicht damit einen Druckabbau in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42.

[0044] In Figur 3 sind der Verlauf des Drucks im Förderraum 60 und in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 nach dem Rückschlagventil 44 über den Hub des Kolbens 62 der Hochdruckpumpe 30 aufgetragen.

[0045] Eine erste Linie 80 zeigt den Weg des Kolbens 62 in der Bohrung 64. Die Bewegung vom unteren Totpunkt (UT) bis zum oberen Totpunkt (OT) wird als Förderhub bezeichnet und ist in Figur 3 durch den Doppelpfeil 82 gekennzeichnet.

[0046] Der Weg des Kolbens vom OT zum UT wird als Saughub 84 bezeichnet.

[0047] Eine zweite durchgezogene Linie 86 zeigt den Druck im Förderraum 60. In Figur 3 ist deutlich zu erkennen, dass während des Förderhubs eine sogenannte Druckpulsation 85 entsteht. Das heißt es bildet sich eine Druckspitze mit einem Maximalwert von $P_{\max}$, die deutlich über einem Öffnungsdruck P_{DBV} des Druckbegrenzungsventils 56 liegt.

[0048] In Figur 3 ist eine gestrichelte dritte Linie 88 eingetragen, welche den Druck in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 hinter dem Rückschlagventil 44 und in dem Abschnitt 70a der vierten Zweigleitung 70 darstellt. In Figur 3 ist deutlich zu erkennen, dass die Linie 88, das heißt der Druck in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42, während des Förderhubs 82 dem Druck im Förderraum 60 (zweite Linie 86) folgt, auch wenn der Druck den Öffnungsdruck P_{DBV} des Druckbegrenzungsventils 56 übersteigt. Erst, wenn während des Saughubs 84 der Druck im Förderraum 60 stark absinkt (siehe die zweite durchgezogene Linie 86), kann sich eine Druckdifferenz zwischen dem Druck in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und dem Förderraum 60 ausbilden. In dem in Figur 3 dargestellten Betriebszustand des Kraftstoffsystems bleibt der Druck in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 während des Saughubs gleich dem Öffnungsdruck P_{DBV} des Druckbegrenzungsventils 56, während der Druck im Förderraum 60 hingegen stark absinkt. In anderen Worten: Das Druckbegrenzungsventil 56 verhindert das Auftreten unzulässig hoher Drücke während des Saughubs dadurch, dass die während des Förderhubs in die Kraftstoffsammelleitung 46 geförderte Kraftstoffmenge während des Saughubs wieder in den Förderraum 60 entspannt wird.

[0049] Bei dem in Figur 4 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils 56 ist dieses als vormontierte Baueinheit, bestehend aus einer Sitzhülse 102 mit einem Sitz 72 und einer Bohrung 104 sowie einem Federhalter 106 und einer Feder 76 und einem Ventilglied 74. Im unteren Teil der Figur 4 ist ein

solches vormontiertes Druckbegrenzungsventil 56 außerhalb einer Kraftstoffhochdruckpumpe vergrößert dargestellt, während es im oberen Teil der Figur 4 in das Gehäuse 58 einer Kraftstoffhochdruckpumpe integriert ist.

[0050] Wie aus der Detaildarstellung des Druckbegrenzungsventils 56 in Figur 4 erkennbar ist, ist der Federhalter 106 mit der Sitzhülse 102 durch Bördeln und Schweißen (siehe die Schweißnaht 109) fest verbunden. Die Feder 76 stützt sich einenends gegen den Federhalter 106 und anderenends gegen das Ventilglied 74 ab. Wenn die Sitzhülse 102 und der Federhalter 106 miteinander verbunden sind, kann der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 56 noch eingestellt werden, indem der Federhalter 76 in Richtung seiner Längsachse noch etwas zusammengedrückt wird. Dadurch erhöht sich die von der Feder 76 auf das Ventilglied 74 ausgeübte Vorspannkraft und infolgedessen auch der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils. Dieses erfindungsgemäße Druckbegrenzungsventil 56 kann somit vollständig außerhalb der Kraftstoffhochdruckpumpe 30 montiert und justiert werden. Dadurch ergeben sich Vorteile hinsichtlich des Fertigungsaufwandes. Außerdem wird die Streuung des Betriebsverhaltens verschiedener erfindungsgemäßer Druckbegrenzungsventile 56 in einer Serienfertigung deutlich reduziert.

[0051] Im oberen Teil der Figur 4 ist das Druckbegrenzungsventil 56 in das Gehäuse 58 einer Hochdruckpumpe 30 mit der Sitzhülse 102 eingepresst oder auf eine andere Weise befestigt. Dabei ragt das Druckbegrenzungsventil 56 in den Förderraum 60. Der Kolben 62 weist eine zylindrische Ausnehmung 108 auf, in die das Druckbegrenzungsventil 56 eintaucht, wenn sich der Kolben 62 seinem oberen Totpunkt nähert. Diese Anordnung ist besonders platzsparend und gleichzeitig ist das Totvolumen des Förderraums sehr gering. Dies erhöht den hydraulischen Wirkungsgrad der Hochdruckpumpe 30. Über die vierte Zweigleitung 70 ist die Steuerseite des Druckbegrenzungsventils 56 unter Umgehung des Rückschlagventils 44 mit dem in der Hochdruckleitung 42 beziehungsweise der Kraftstoffsammelleitung 46 herrschenden Raildruck beaufschlagt.

[0052] In der in Figur 4 dargestellten Schnittdarstellung der Hochdruckpumpe 30 ist das Mengensteuerventil 52 nicht sichtbar. Ebenso ist in dieser Darstellung die hydraulische Verbindung zwischen der Niederdruckkraftstoffleitung 22 und dem Förderraum 60 mit dem dazwischen geschalteten Saugventil 34 nicht sichtbar. In Figur 4 ist die hydraulische Verbindung zwischen dem Druckdämpfer 32 und der Niederdruckkraftstoffleitung 22 durch eine Verbindungsbohrung 110, welche als Stufenbohrung ausgeführt ist, gut zu erkennen.

[0053] In Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils 56 dargestellt. In Figur 5 ist das Gehäuse 58 senkrecht zur Längsachse des Kolbens 62 in einer Ansicht von oben dargestellt. Das heißt man schaut auf den Kolbenboden des Kolbens 62. Bei diesem Ausführungsbeispiel münden die Hochdruckkraftstoffleitung 42, die Niederdruckkraftstoffleitung 22 und die vierte Zweigleitung 70, welche aus den Abschnitten 70b und 70a zusammengesetzt ist, in den Förderraum 60. Die Mengensteuerung erfolgt in diesem Fall wie nachfolgend beschrieben durch direkte Betätigung des Saugventils 34:

[0054] Der Abschnitt 70a der vierten Zweigleitung 70 ist als Stufenbohrung ausgeführt. In diese Stufenbohrung ist die Sitzhülse 102 so eingepresst, dass sie an einen Absatz der Stufenbohrung in axialer Richtung fixiert ist. Der Federhalter 106 ist ebenfalls in die Stufenbohrung eingepresst und wird anschließend, wenn die zwischen Federhalter 106 und Ventilglied 74 angeordnete Feder 76 eine ausreichende Vorspannung hat, in dieser Position verschweißt. Die Schweißnaht ist in Figur 5 mit dem Bezugszeichen 109 versehen. Bei diesem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils 56 besteht keine unmittelbare Verbindung zwischen Sitzhülse 102 und Federhalter 106. Damit die Feder 76 nicht seitlich ausweichen kann, ist am Federhalter 106 ein Stützdorn 112 vorgesehen. Die dritte Zweigleitung 54 und der Abschnitt 70b der vierten Zweigleitung 70 liegen auf einer gemeinsamen Achse, so dass diese Bohrungen in einer Aufspannung hergestellt werden können und keine zusätzliche Dichtstelle nach außen entsteht.

[0055] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Saugventil 34 als Plattenventil mit einer Ventilplatte 111 ausgeführt. Die Ventilplatte 111 wird von einer Feder 76 gegen einen Ventilsitz 115 des Saugventils 34 gedrückt. Während des Saughubs der Hochdruckpumpe 30 hebt die Ventilplatte 111 vom Ventilsitz 115 ab und Kraftstoff kann aus der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 in den Förderraum 60 strömen. Das Mengensteuerventil 52 ist bei diesem und den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen saugseitig angeordnet und hebt, wenn es entsprechend angesteuert wird, während des Förderhubs 82 die Ventilplatte 111 mit Hilfe eines Stößels 113 vom Ventilsitz 72 ab. Wenn die Ventilplatte 111 nicht auf dem Ventilsitz 72 aufliegt, ist das Saugventil 34 geöffnet. In Folge dessen findet kein Druckaufbau im Förderraum 60 und keine Förderung von Kraftstoff in die Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 statt, solange das Saugventil 34 geöffnet ist. Auf diese Weise kann auch durch ein saugseitig angeordnetes Mengensteuerventil 52 die Regelung der Drucks in der Kraftstoff-Sammelleitung 46 vorgenommen werden.

[0056] In der Figur 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils dargestellt. Der konstruktive Aufbau dieses Druckbegrenzungsventils 6 entspricht im Wesentlichen dem in Figur 5 dargestellten Druckbegrenzungsventil 56. Allerdings ist die Einbausituation bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6 etwas anders. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Niederdruckkraftstoffleitung 22, das Saugventil 34 und das Mengensteuerventil 52 nicht dargestellt.

[0057] Das erfindungsgemäße Druckbegrenzungsventil 56 ist in einer Stufenbohrung 114 des Gehäuses 58 angeordnet. Die Stufenbohrung 114 ist senkrecht zur Hochdruckkraftstoffleitung 42, welche in den Förderraum mündet,

angeordnet. Die Stufenbohrung 114 wiederum mündet in die vierte Zweigleitung 70. In ähnlicher Weise wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 ist die Sitzhülse 102 und der Federhalter 106 in die Stufenbohrung 114 eingepresst. Der Federhalter 106 wird, sobald er die richtige Position erreicht hat, durch eine Schweißnaht 109 fest mit dem Gehäuse 58 verbunden.

[0058] In Figur 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils 56 dargestellt. Gleiche Bauteile werden mit gleichen Bezugszeichen versehen, und es gilt das betreffend der Figuren 2 und 3 Gesagte entsprechend. Figur 7 zeigt einen Querschnitt durch das Gehäuse 58 auf der Höhe des Förderraums 60. In dieser Darstellung ist der Kolben 62, welcher in der Bohrung 64 geführt ist, sichtbar. Senkrecht dazu zweigen im nicht sichtbaren Förderraum 60 die Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 mit dem Rückschlagventil 44 sowie die dritte Zweigleitung 54 mit dem nicht dargestellten Mengensteuerventil 52 ab. Die Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 ist in dieser Darstellung nicht sichtbar. Bei der in Figur 7 dargestellten Anordnung ist eine sehr kompakte Bauweise möglich, da das erfindungsgemäße Druckbegrenzungsventil (56) auf gleicher Höhe wie der Förderraum (60) (nicht dargestellt) angeordnet ist.

[0059] Im Unterschied beispielsweise zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ist zwischen dem Förderraum 60 und dem Ventilielglied 74 ein im Gehäuse 58 dichtend geführter Trennkolben 90 vorgesehen. Der Trennkolben 90 umfasst einen Stößel 92, welcher in den Federraum 78 ragt. Zwischen dem Trennkolben 90 und einem Federteller 94, welcher auf dem Ventilielglied 74 aufliegt, ist eine Zusatzfeder 96 gespannt. Die Zusatzfeder 96 bewirkt, dass der Stößel 92 nicht auf dem Federteller 94 aufliegt, wenn zu beiden Seiten des Trennkolbens 90, das heißt im Federraum 78 und in dem Abschnitt 70b der vierten Zweigleitung 70 beziehungsweise dem Förderraum 60, der gleiche Druck herrscht. Erst, wenn eine Druckdifferenz zwischen Förderraum 60 und Federraum 78 herrscht, wird der Trennkolben 90 in Richtung des Federtellers 94 bewegt und presst über den Federteller 94 das Ventilielglied 74 in seinen Sitz 72. Durch die Anordnung des Trennkolbens 90 wird das Totvolumen im Förderraum 60 reduziert und dadurch der volumetrische Wirkungsgrad der Hochdruckpumpe 30 verbessert.

[0060] Der Federraum 78 ist bei diesem Ausführungsbeispiel mit einer drucklosen Leckageleitung 98 oder mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 verbunden. Dies bedeutet, dass der Trennkolben 90 während des Förderhubs der Hochdruckpumpe 30 auf das Ventilielglied 74 drückt und somit ein Öffnen des Druckbegrenzungsventils 56 während des Förderhubs 82 verhindert. Während des Saughubs 84 der Hochdruckpumpe 30 drückt die Zusatzfeder 96 den Trennkolben 90 in Figur 7 nach links, so dass er vom Federteller 94 abhebt. Dadurch wird eine Entkopplung vom Trennkolben 90 und Ventilielglied 74 vorgenommen, so dass während des Saughubs geringfügige Druckschwankungen im Förderraum 60 der Hochdruckpumpe sich nicht nachteilig auf das Regelverhalten des Druckbegrenzungsventils 56 auswirken können.

[0061] Durch die Wahl des Durchmessers des Trennkolbens 90 und des Ventilsitzes 72 kann auch noch eine hydraulische Verstärkung der vom Trennkolben 90 auf das Ventilielglied 74 ausgeübten hydraulischen Kraft während des Förderhubs erreicht werden.

[0062] Wenn der Liefergrad der Hochdruckpumpe 30 maximiert werden soll, kann die Zusatzfeder 96 auch in dem Abschnitt 70b der vierten Zweigleitung 70 angeordnet werden (siehe den Pfeil 100), so dass sie sich einerseits gegen das Gehäuse 58 und andererseits gegen den Trennkolben 90 abstützt und diesen dauernd in Anlage an den Federteller 94 hält. Durch diese Maßnahme wird der Druckaufbau im Förderraum 60 und damit auch in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 während des Förderhubs der Hochdruckpumpe 30 beschleunigt.

[0063] Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 8 zeigt ebenfalls ein Druckbegrenzungsventil 56 mit Trennkolben 90. Dieses Druckbegrenzungsventil 56 kann, wie das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4, vollständig außerhalb der Hochdruckpumpe 30 hergestellt und justiert werden, da zwischen Sitzhülse 102 und Federhalter 106 eine Hülse 116 mit mindestens einer Querbohrung 118 vorgesehen ist. Die Hülse 116 wird mit dem Federhalter 106 und der Sitzhülse 102 verschweißt, wenn die Vorspannung der Feder 76 so groß ist, dass ein gewünschter Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 56 erreicht wurde. Selbstverständlich kann die Hülse 116 auch durch andere Mittel als eine Schweißnaht 109 mit dem Federhalter 106 und/oder der Sitzhülse 102 verbunden werden.

[0064] Das vormontierte und justierte Druckbegrenzungsventil 56 wird in den als Stufenbohrung ausgeführten Abschnitt 70a der vierten Zweigleitung eingepresst und durch einen Verschlussstopfen 120, der mit dem Gehäuse 58 verschweißt wird, zur Umgebung abgedichtet. In dem Verschlussstopfen 120 sind an der dem Druckbegrenzungsventil 56 zugewandten Stirnseite Nuten 122 eingefräst, welche eine hydraulische Verbindung zwischen dem Abschnitt 70b der vierten Zweigleitung, die in den Förderraum (nicht dargestellt) mündet, und dem Trennkolben 90 ermöglichen. Der Durchmesser des Trennkolbens 90 ist so dimensioniert, dass das Druckbegrenzungsventil 56 nicht öffnet, wenn Druckstöße oder Drucküberhöhungen im Förderraum (nicht dargestellt in Figur 8) während des Förderhubs der Hochdruckpumpe 30 entstehen.

[0065] Die nicht dargestellte Niederdruckkraftstoffleitung 22 geht bei diesem Ausführungsbeispiel nach oben weg und mündet in den Druckdämpfer 32 (nicht dargestellt, siehe Figur 4).

[0066] Das erfindungsgemäße Druckbegrenzungsventil hat folgende Hauptfunktionen:

[0067] Im Normalbetrieb wird der Systemdruck der Kraftstoffeinspritzanlage im Schubbetrieb des Motors begrenzt,

wenn der Druck in der Kraftstoffsammelleitung 46 durch die Aufheizung des Kraftstoffs durch die Motorwärme ansteigt.

[0068] Im Notlaufbetrieb, wenn beispielsweise das Mengensteuerventil 52 klemmt und zwar in einer solchen Stellung, dass die Kraftstoffhochdruckpumpe 30 stets die volle Fördermenge fördert, wird der Systemdruck der Kraftstoffeinspritzanlage ebenfalls begrenzt.

[0069] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 kann im Schubbetrieb bei voll geöffnetem Mengensteuerventil (Notlaufbetrieb) maximal die von der Hochdruckpumpe 30 geförderte Kraftstoffmenge wieder in den Förderraum 60 abgelassen werden. Eine Drucksteigerung, welche durch die Aufheizung des Kraftstoffs in der Kraftstoffsammelleitung 46 verursacht ist, kann nicht kompensiert werden. Deshalb wird vorgeschlagen, in diesem Fall über die Einspritzventile 48 so viel Kraftstoff in die Brennräume (nicht dargestellt) einzuspritzen, dass ein unzulässiger Druckanstieg im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems 10 verhindert wird.

[0070] Bei den Druckbegrenzungsventilen 56 gemäß den Figur 7 und 8 ist es möglich, sowohl im Normalbetrieb als auch im Notlaufbetrieb die komplette Kraftstoffmenge abzuführen und damit den Druckaufbau unter allen Umständen und ohne zusätzlichen Eingriff des Steuergeräts der Motorsteuerung zu realisieren. Es kann jedoch sinnvoll sein, im Notlaufbetrieb die maximale Motordrehzahl zu reduzieren, um für den Druckabbau in der Kraftstoffsammelleitung 46 während der Saugphase der Hochdruckpumpe 30 genügend Zeit zu haben.

[0071] In der Figur 9 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils 56 im Schnitt dargestellt. Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 9 weist Parallelen zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 auf, so dass nur die erfindungsgemäßen Weiterbildungen beschrieben werden und ansonsten auf das oben zu Figur 2 Gesagte verwiesen wird. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 9 schließt sich an den Ventilsitz 72 ein zylindrischer Führungsabschnitt 124 an, der das Ventilielid 74 in axialer Richtung führt, sobald dieses vom Ventilsitz 72 abgehoben hat. Der Durchmesser des Führungsabschnitts 124 und der Durchmesser des als Kugel ausgebildeten Ventilielids 74 sind so aufeinander abgestimmt, dass sich zwischen Ventilielid 74 und Führungsabschnitt 124 ein ringförmiger Drosselspalt 126 ausbildet. Die Wirkungsweise dieses Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils ist wie folgt:

[0072] Wenn im Notlaufbetrieb nach Beendigung des Förderhubs der Druck im Förderraum 60 abgebaut wird, öffnet das Druckbegrenzungsventil 56 bei dem sich aus Vorspannkraft der Feder 76 und der auf das Ventilielid 64 wirkenden hydraulischen Kraft ergebenden Öffnungsdruck. Die zu Beginn der Öffnung des Druckbegrenzungsventils 56 vom Abschnitt 70a der vierten Zweigleitung in den Federraum 78 strömende Kraftstoffmenge wird im Drosselspalt 126 angedrosselt und die gesamte projizierte Fläche des Ventilielids 74 wird mit dem Staudruck beaufschlagt. Dies führt zu einer sehr schnellen Öffnungsbewegung des Ventilielids 74 und einer schlagartigen Vergrößerung des Strömungsquerschnitts sobald das Ventilielid 74 den Führungsabschnitt 124 in Richtung des Federraums 78 verlassen hat, weil sich der Führungsabschnitt 124 zu dem Federraum 78 mit einem sehr viel größeren Durchmesser erweitert. Aufgrund dieses schnellen Ansprechens des Druckbegrenzungsventils 56 kann in kurzer Zeit eine große Kraftstoffmenge aus dem Hochdruckbereich 14 in den Förderraum 60 zurückströmen. Über die Dimensionierung des Drosselspalts 126 und die Länge des Führungsabschnitts 124 kann das Ansprechverhalten des Druckbegrenzungsventils 26 optimiert und an eine bestimmte Applikation adaptiert werden. Bei der Bemessung des Drosselspalts 126 ist jedoch zu beachten, dass beim Ansprechen des Druckbegrenzungsventils 56 im Normalbetrieb, aufgrund eines Druckanstiegs durch Aufheizung des Kraftstoffs im Drosselspalt 126 keine Drosselung auftritt, da sonst der Druck in der Kraftstoffsammelleitung 46 entsprechend der Druckstufe im Druckbegrenzungsventil 56 sprunghaft abgesenkt werden würde. Da es sich jedoch in diesem Fall um sehr kleine Überströmmungen handelt, kann der Drosselspalt 126 so ausgelegt werden, dass die eingangs beschriebene Funktion realisiert wird.

[0073] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 10 wird nicht das Ventilielid 74, sondern der Federteller 94 in einem Führungsabschnitt 124 des Gehäuses 58 geführt. Infolgedessen bildet sich der Drosselspalt 126 zwischen dem Führungsabschnitt 124 und dem Federteller 94 aus. Auf diese Weise kann die mit dem Staudruck beaufschlagte Fläche unabhängig vom Durchmesser des Ventilielids gewählt werden. Damit ergibt sich ein weiterer Freiheitsgrad bei der Optimierung des dynamischen Verhaltens des Druckbegrenzungsventils 56. Durch diese konstruktiven Maßnahmen wird das Problem gelöst, welches darin besteht, dass bei hohen Drehzahlen (im Fehlerfall bei klemmenden Mengensteuerventil 52) die Zeit während der Saugphase der Hochdruckpumpe 30 nicht mehr ausreicht, um die zuvor in den Hochdruckbereich 14 geförderte Kraftstoffmenge wieder vollständig in den Förderraum 60 abzuführen. Speziell im Schubbetrieb der Brennkraftmaschine würde dann immer noch eine bestimmte Kraftstoffmenge über das Saugventil 34 angesaugt werden und infolge davon der Druck in der Kraftstoffsammelleitung 46 unzulässig ansteigen.

[0074] Insbesondere durch die Ausführungsbeispiele gemäß den Figuren 9 und 10 kann gewährleistet werden, dass es nicht zu einer unzulässigen Drucksteigerung in der Kraftstoffsammelleitung 46 kommt, selbst wenn das Mengensteuerventil 52 klemmt und/oder das Steuergerät fehlerhaft arbeitet, da die Druckbegrenzungsventile 56 einen ausreichend großen Rückfluss von Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich 14 in den Förderraum 60 während des Saughubs der Hochdruckpumpe 30 ermöglichen.

[0075] Anhand der Figuren 11 und 12 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils 56 erläutert. Auch dieses Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils

56 ist in Patronenbauweise hergestellt. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass, ähnlich wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4, das Druckbegrenzungsventil 56 vor der Montage in dem Gehäuse 58 der Hochdruckpumpe 30 montiert, geprüft und der Öffnungsdruck eingestellt werden kann.

[0076] Das Druckbegrenzungsventil gemäß Figur 11 besteht aus einem Ventilgehäuse 128, welches eine gestufte Mittenbohrung 130 aufweist. An seinem Außendurchmesser weist das Ventilgehäuse 128 einen ersten Dichtwulst 132, einen zweiten Dichtwulst 134 und einen dritten Dichtwulst 136 auf.

[0077] Die Mittenbohrung 130 ist als Sacklochbohrung ausgeführt und in der in Figur 11 dargestellten Lage des Druckbegrenzungsventil 56 auf der rechten Seite verschlossen. An dem geschlossenen Ende der Mittenbohrung 130 ist die Feder 76 angeordnet. Die Feder 76 wird zu beiden Seiten von je einer Führungshülse 138 in der Mittenbohrung 130 geführt. Die Federkraft der Feder 76 wird über die in Figur 11 linke Führungshülse 138 und zwei Stifte 140 auf den Federteller 94 und von diesem auf das Ventilglied 74 übertragen.

[0078] Zwischen der in Figur 11 linken Führungshülse 138 und dem Federteller 94 ist ein Zwischenstück 142 in die Mittenbohrung 130 eingepresst. Das Zwischenstück 142 dient unter anderem auch der Führung der Stifte 140.

[0079] Auf der in Figur 11 linken Seite des Ventilgehäuses 128 ist eine Sitzhülse 102, in der der Ventilsitz 72 ausgebildet ist, eingepresst. Die axiale Position der Sitzhülse 102 in der Mittenbohrung 130 wird durch einen Absatz der Mittenbohrung 130 und eine Schulter in der Sitzhülse 102 eindeutig festgelegt. In der Sitzhülse 102 ist ein Kraftstoffsieb 144 befestigt, welches Verschmutzungen im Kraftstoff von dem Dichtsitz 72 und dem Ventilglied 74 fernhält.

[0080] Hydraulisch ist das Druckbegrenzungsventil 56 wie folgt in die Hochdruckpumpe 130 integriert. Über den Abschnitt 70a der vierten Zweigleitung wird die linke Seite des Ventilglieds 74 mit dem Hochdruckbereich der Hochdruckpumpe 30 herrschenden Druck des Kraftstoff beaufschlagt. Über den Abschnitt 70b der vierten Zweigleitung, welcher sich im Ventilgehäuse 128 bis zur Mittenbohrung 130 fortsetzt, wird eine Radialbohrung 146 im Zwischenstück mit dem im Förderraum 60 der Hochdruckpumpe 30 herrschenden Druck beaufschlagt. Um eine zuverlässige hydraulische Verbindung zwischen der dem Abschnitt 70b der vierten Zweigleitung und der Radialbohrung 146 im Zwischenstück 142 zu gewährleisten, weist das Zwischenstück 142 zwei Dichtwülste 148 auf. Zwischen diesen Dichtwülsten 148 ist eine Umfangsnut vorhanden, die zusammen mit der Mittenbohrung 130 des Ventilgehäuses 128 einen umlaufenden Ringraum bildet. Der Abschnitt 70b im Ventilgehäuse 128 ist so positioniert, dass er in diesen Ringraum mündet. Ebenfalls die Radialbohrung 146 so positioniert, dass sie in den Ringraum mündet, so dass unabhängig von der Winkellage des Abschnitts 70b und der Radialbohrung 146 zu einander die hydraulische Verbindung zwischen dem Abschnitt 70b und der Radialbohrung 146 stets gewährleistet ist. Die Radialbohrung 146 mündet in eine als Sackloch ausgeführte Zentrumsbohrung 150 des Zwischenstücks 142 in der Trennkolben 152 gleitend und dichtend geführt wird. Der Trennkolben 152 stützt sich mit einem Ende an dem Federteller 94 ab. Somit überträgt der Trennkolben 152 eine dem Druck im Förderraum 60 proportionale Kraft auf den Federteller 94 und bewirkt somit, dass der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 56 während des Förderhubs, wenn nämlich der Druck im Förderraum ebenfalls hoch ist, erhöht wird, so dass die unerwünschten Öffnungsvorgänge während des Förderhubs unterdrückt werden.

[0081] Wenn der Druck im Förderraum 60 während des Saughubs absinkt, wird keine nennenswerte Kraft vom Trennkolben 152 auf den Federteller 94 übertragen, so dass der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 56 in diesem Zeitraum im wesentlichen nur von der Feder 76 bestimmt wird.

[0082] Wenn das Ventilglied 74 von dem Dichtsitz 72 abhebt, kann Kraftstoff aus dem Abschnitt 70a der vierten Zweigleitung 70, dass heißt aus dem Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10, über eine Querbohrung 154 im Ventilgehäuse 128 in die Niederdruckleitung 22 abfließen. Die Querbohrung 154 ist zwischen dem ersten Dichtwulst 132 und dem zweiten Dichtwulst 134 angeordnet. Der Abschnitt 70b im Ventilgehäuse 128 ist zwischen dem zweiten Dichtwulst 134 und dem dritten Dichtwulst 136 angeordnet.

[0083] Zwischen dem dritten Dichtwulst 136 und einem Bund 156 des Ventilgehäuses 128 ist eine Umfangsnut 158 vorgesehen, so dass Kraftstoff in einem Abschnitt der Niederdruckleitung 22 im Gehäuse 58 der Hochdruckpumpe 30 um das Ventilgehäuse 128 herum fließen kann und zu einem nicht dargestellten Druckdämpfer 32 weiter strömen kann. Das Ventilgehäuse 128 wird an dem Bund 156 mit dem Gehäuse 58 verschweißt. Dies ist in Figur 11 durch eine stilisierte Schweißnaht 160 angedeutet.

[0084] Durch die Dichtwülste 132, 134, 136 und 148 zwischen dem Gehäuse 58 und dem Ventilgehäuse 128 bzw. zwischen dem Ventilgehäuse 128 und dem Zwischenstück 142 sowie die Schweißnaht 160, werden Abdichtungen erzielt, durch die keine Kraftstoffdiffusion stattfindet. Außerdem altern diese Dichtverbindung nicht, wie es beispielsweise eine O-Ring aus einem elastomeren Werkstoff tut.

[0085] In der Figur 12 ist das Druckbegrenzungsventil 56 gemäß Figur 11 in einer Hochdruckpumpe 30 dargestellt. Aus dieser Darstellung lässt sich die hydraulische Anbindung des Druckbegrenzungsventils 56 in der Hochdruckpumpe 30 besser erkennen. Es wurden in Figur 12 nicht alle Bauteile des Druckbegrenzungsventils 56 mit Bezugszeichen versehen, um die Übersichtlichkeit der Figur 12 nicht zu beeinträchtigen.

[0086] Durch eine geeignete Wahl des Durchmessers des Trennkolbens 152 kann die vom Druck im Förderraum 60 abhängige Anpresskraft des Federtellers 94 auf das Ventilglied 64 eingestellt werden.

[0087] Die vom Förderraumdruck verursachte Öffnungsdruckerhöhung des Druckbegrenzungsventils 56 ist so auf

die Strömungswiderstände zwischen der Hochdruckpumpe 30 und die Kraftstoffsammelleitung 46 vorhandenen Strömungswiderstände abgestimmt, dass das Druckbegrenzungsventil 56 beim Förderhub des Kolbens 62 nicht öffnet.

[0088] In Figur 13 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckbegrenzungsventils 56 dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel weist viele parallelen zu dem in den Figuren 11 und 12 dargestellten und anhand dieser Figuren beschriebenen Ausführungsbeispiel auf. Es werden anfolgend nur die wesentlichen Unterschiede herausgestellt und ansonsten auf die zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele verwiesen.

[0089] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 13 ist das Gehäuse 58 des Druckbegrenzungsventils 56 gleichzeitig auch das Gehäuse der Hochdruckpumpe 20; d. h. anders als bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figuren 11 und 12 ist das Druckbegrenzungsventil 56 in Figur 13 nicht in Patronenbauweise ausgeführt. Dadurch können einige Bauteile entfallen. Trotzdem kann der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 56 bei der Montage desselben eingestellt werden und so die Streuung des Betriebsverhaltens bei der Serienfertigung minimiert werden. Erreicht werden diese Vorteile dadurch, dass sich die Feder 76 einenenends gegen den Federteller 94 und anderenenends gegen das Zwischenstück 142 abstützt.

[0090] Der Federteller 94 weist mindestens eine Längsnut 162 auf, durch die Kraftstoff, welcher bei geöffnetem Druckbegrenzungsventil 56 aus dem Abschnitt 70a in das Druckbegrenzungsventil 56 strömt, in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 abgeführt werden kann. Die Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 mündet bei diesem Ausführungsbeispiel in der Federkammer 78.

[0091] Das Zwischenstück wird mit den Dichtwülsten 148 fest und flüssigkeitsdicht in die Mittenbohrung 130 eingepresst. Je nachdem wie tief das Zwischenstück in die Mittenbohrung 130 eingepresst wird, stellt sich eine Vorspannung der Feder 76 und damit der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 56 ein. Nach erfolgter Einstellung des Öffnungsdruck wird die Mittenbohrung 130 durch einen Deckel 164 verschlossen. Der Deckel 164 kann mit dem Gehäuse 58 verschweißt werden.

[0092] Zwischen den Dichtwülsten 148, der Mittenbohrung 130 und dem Zwischenstück 142 entsteht ein Ringraum, der eine hydraulische Verbindung zwischen dem Abschnitt 70b der vierten Zweigleitung und der Radialbohrung 146 im Zwischenstück 142 sicherstellt.

[0093] Die Ausführungsbeispiele gemäß der Figuren 7, 8, 11, 12, und 13 unterscheiden sich von den anderen Ausführungsbeispielen dadurch, dass der Druckabbau nicht zum Förderraum 60 erfolgt, sondern in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 22.

[0094] Alle in den Zeichnungen, deren Beschreibung und den Patentansprüchen erläuterten Merkmale können sowohl einzeln als auch in Verbindung miteinander erfindungswesentlich sein.

Patentansprüche

1. Druckbegrenzungsventil für ein Kraftstoffsystem (10) einer Brennkraftmaschine, mit einer Druckseite und mit einem Auslass, mit einem gegen einen Ventilsitz (72) vorgespannten Ventilglied (74), wobei die Druckseite mit dem in einem Hochdruckbereich (14) des Kraftstoffsystems (10) herrschenden Druck beaufschlagt wird, wobei das Ventilglied (74) ab einer bestimmten zwischen Einlass und Auslass vorhandenen Druckdifferenz diese hydraulisch verbindet, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auslass des Druckbegrenzungsventils (56) mit einem Förderraum (60) einer Hochdruckpumpe (30) des Kraftstoffsystems (10) hydraulisch in Verbindung steht.
2. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckbegrenzungsventil (56) als Sitzventil oder als Schieberventil ausgeführt ist.
3. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckbegrenzungsventil (56) ein Gehäuse (58) mit einem Ventilsitz (72) und einer Federkammer (78) aufweist, dass in der Federkammer (78) eine Feder (76) vorgesehen ist, die sich einenenends gegen das Gehäuse (58) und anderenenends gegen das Ventilglied (74) abstützt, und dass die Federkammer (78) mit dem Auslass (70b) hydraulisch in Verbindung steht. (Figur 2)
4. Druckbegrenzungsventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckbegrenzungsventil (56) einen Federhalter (106) aufweist, und dass zwischen Federhalter (106) und Ventilsitz (72) eine Feder (76) vorgesehen ist, die sich einenenends gegen den Federhalter (106) und anderenenends gegen das Ventilglied (74) abstützt (Figur 4).
5. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Federhalter (106) mit dem Ventilsitz (72) verbunden ist. (Figur 4, 8)

6. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Federhalter (106) in einer Bohrung (70a, 114) des Gehäuses (58, 128) befestigt ist. (Figur 8)
- 5 7. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Federhalter (106) in der Bohrung (70a, 114) eingepresst und/oder eingeschweißt ist. (Figur 5 und 6)
8. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Federhalter (106) einen Stützdorn (112) aufweist. (Figur 5 und 6)
- 10 9. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilsitz (72) in einer Sitzhülse (102) angeordnet ist, und dass die Sitzhülse (102) in einer Bohrung (70a, 114) des Gehäuses (58, 128) befestigt ist. (Figur 5, 6, 11, 12, 13)
- 15 10. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sitzhülse (102) in der Bohrung (70a, 114) eingepresst und/oder eingeschweißt ist. (Figur 5, 6, 11, 13)
- 20 11. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 3 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Ventilsitz (72) ein Führungsabschnitt (124) anschließt, und dass sich zwischen dem Führungsabschnitt (124) und dem Ventilglied (74) ein Drosselspalt (126) ausbildet. (Figur 9)
- 25 12. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 3 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Ventilsitz (72) ein Führungsabschnitt (124) anschließt, und dass sich zwischen dem Führungsabschnitt (124) und dem Federteller (94) ein Drosselspalt (126) ausbildet. (Figur 10)
- 30 13. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 3 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Federkammer (78) und Auslass (70b) ein dichtend geführter Trennkolben (90) vorgesehen ist, und dass der Trennkolben (90, 152) mindestens mittelbar auf dem Ventilglied (74) aufliegt, wenn zwischen Auslass (70b) und Federkammer (78) eine vorgegebene Druckdifferenz herrscht. (Figur 7, 8, 11, 12, und 13)
- 35 14. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trennkolben (90) in dem Gehäuse (58, 128) dichtend geführt ist (Figur 7).
- 40 15. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trennkolben (90) in dem Federhalter (106) dichtend geführt ist (Figur 8).
- 45 16. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Trennkolben (90) und Ventilglied (74) eine vorgespannte Zusatzfeder (96) vorgesehen ist.
- 50 17. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 3 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Feder (76) und/oder Zusatzfeder (96) und Ventilglied (74) ein Federteller (94) vorgesehen ist.
- 55 18. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzfeder (96) in der Saugphase den Trennkolben (90) vom Ventilglied (74) abhebt.
19. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzfeder (96) den Trennkolben (90) in Anlage an dem Ventilglied (74) hält.
20. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trennkolben (152) mit dem Förderraum (60) hydraulisch in Verbindung steht. (Figur 8)
21. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Federkammer (78) ein Zwischenstück (142) mit einer Radialbohrung (146) und einer Zentrumsbohrung (150) vorgesehen ist, dass der Trennkolben (152) in der Zentrumsbohrung (150) dichtend geführt ist, dass die Radialbohrung (146) und die Zentrumsbohrung (150) hydraulisch in Verbindung stehen, dass die Radialbohrung (146) über den Abschnitt (70b) der vierten Zeigleitung (70) mit dem Förderraum (60) hydraulisch in Verbindung steht, und dass die Auslassseite des des Druckbegrenzungsventils (56) mit der Niederdruckkraftstoffleitung (22) hydraulisch in Verbindung steht. (Figur 11, 12 und 13)

EP 1 411 238 A1

22. Druckbegrenzungsventil nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Zwischenstück (142) mindestens ein Stift ((140) geführt wird, und dass der mindestens eine Stift (140) die Kraft der Feder 76) auf den Federteller (4) überträgt. (Figur 11)

23. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 3 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Federkammer (78) mit einer Leckageleitung (98) in Verbindung steht.

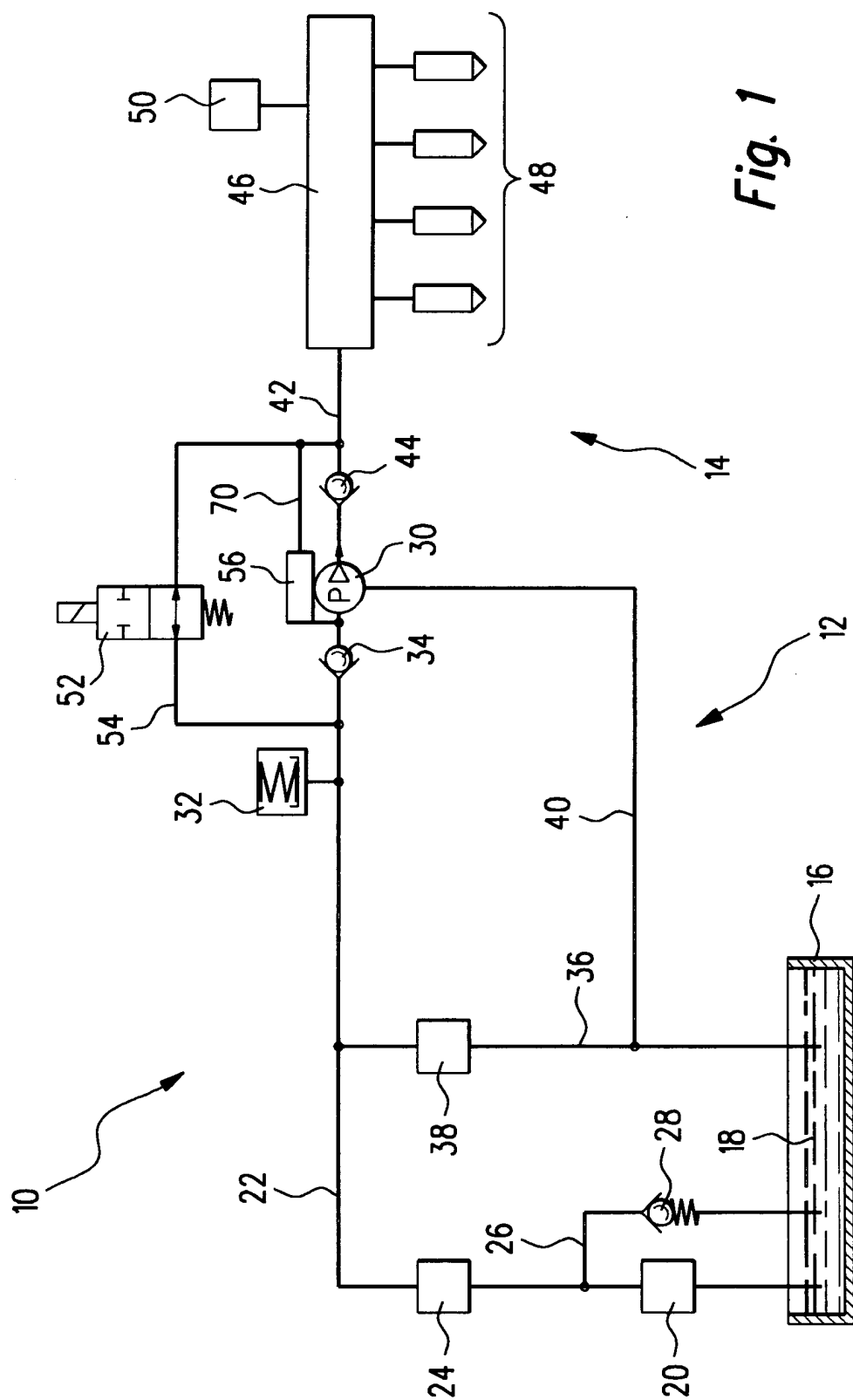
24. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 3 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (128) mehrere umlaufende Dichtwülste (132, 134, 136) aufweist. (Figur 11, 12 und 13)

25. Druckbegrenzungsventil nach einem der Ansprüche 3 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (128) mit der Hochdruckpumpe (30) verschweißt (160) ist. (Figur 12)

26. Kraftstoffsystem (10) zum Zuliefern von Kraftstoff (18) für eine Brennkraftmaschine, mit einem Vorratsbehälter (16), mit einer ersten Kraftstoffpumpe (20), welche eingangsseitig mit dem Vorratsbehälter (16) verbunden ist, mit einer Hochdruckpumpe (30), welche eingangsseitig über eine Kraftstoffverbindung (22) mit der ersten Kraftstoffpumpe (20) verbunden ist, und mit einem Druckbegrenzungsventil (56), welches den Druck in einer Kraftstoffleitung (42, 46) auf der Ausgangsseite der Hochdruckpumpe (30) begrenzt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckbegrenzungsventil (56) nach einem der Ansprüche 1 bis 18 ausgebildet ist.

27. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckpumpe (30) eine 1-Zylinder-Kolbenpumpe umfasst.

28. Kraftstoffsystem (10) nach einem der Ansprüche 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckbegrenzungsventil (56) an die Hochdruckpumpe (30) angebaut, vorzugsweise in diese integriert ist.



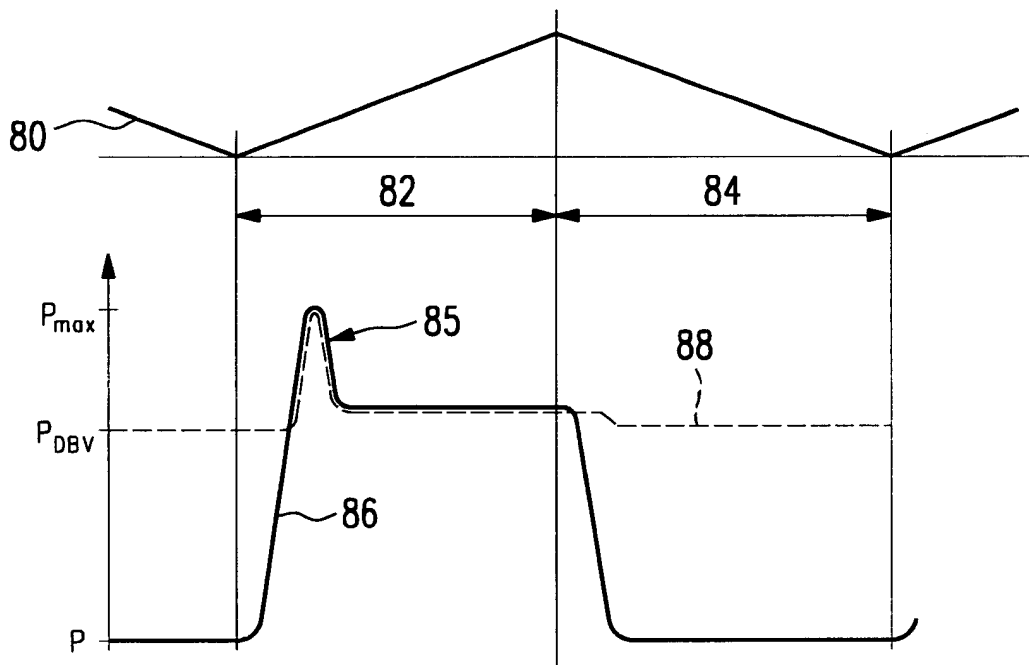
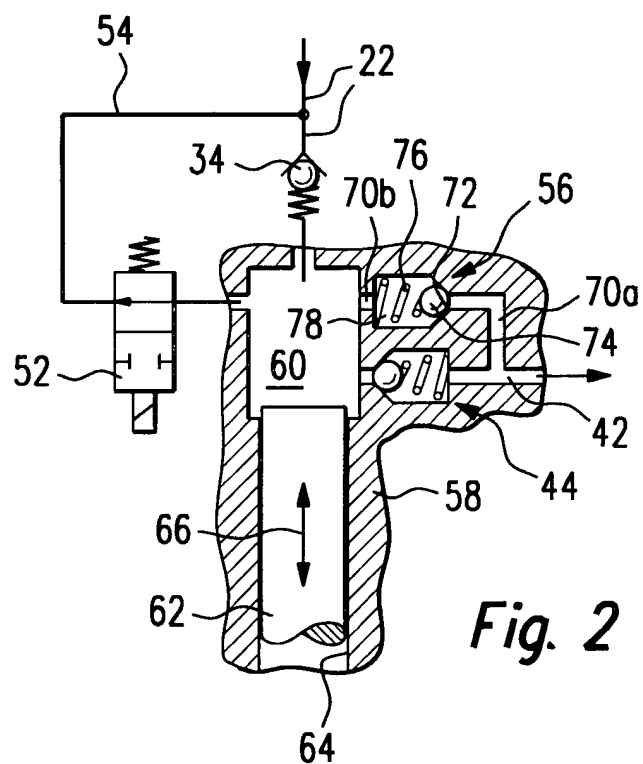


Fig. 3

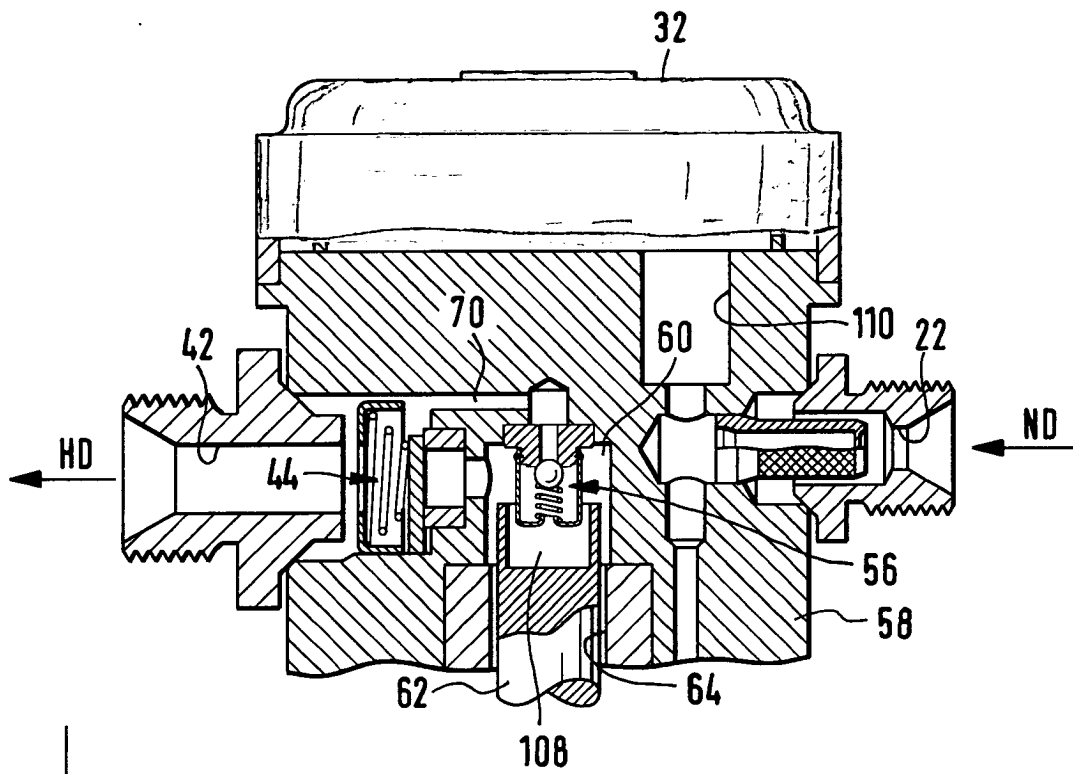
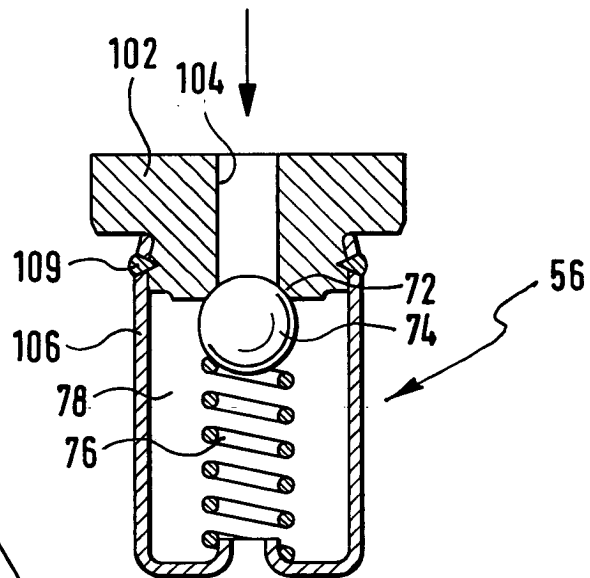


Fig. 4



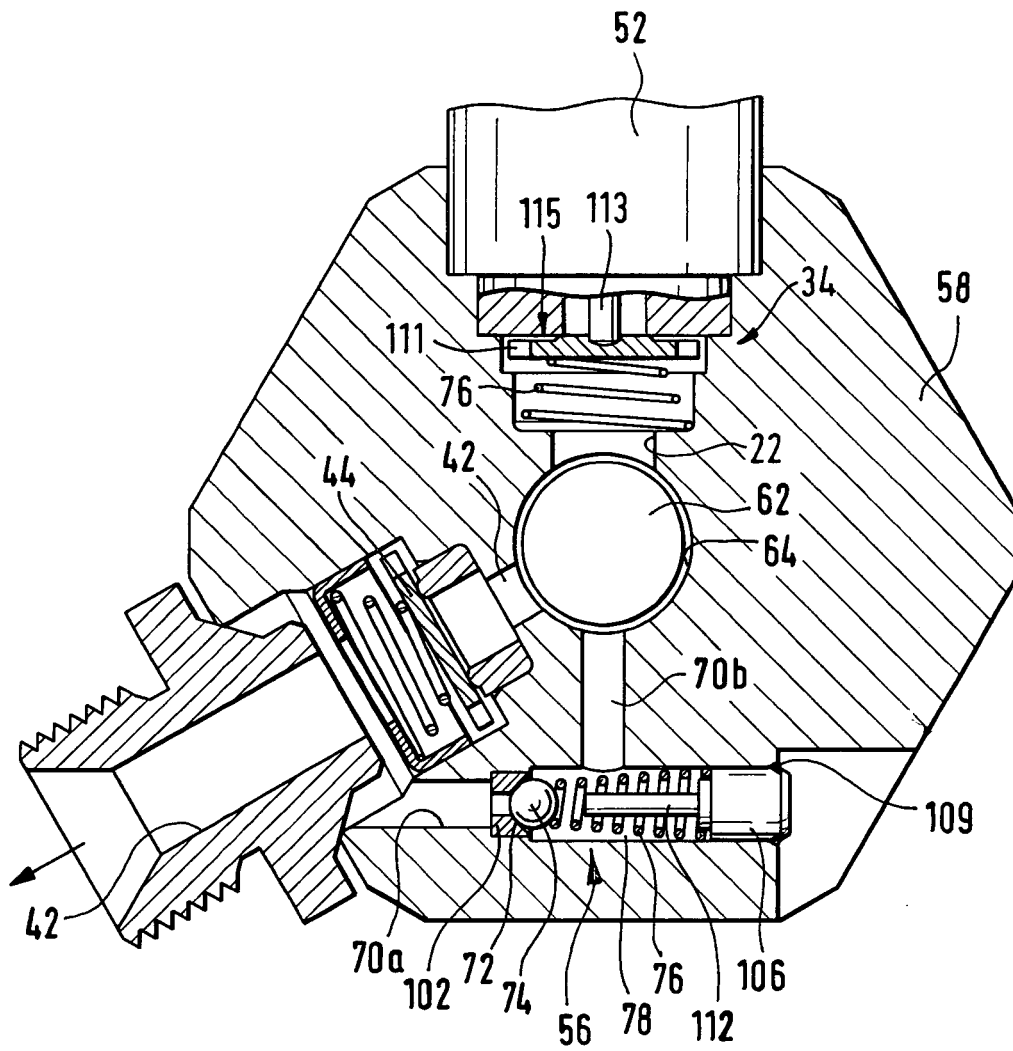


Fig. 5

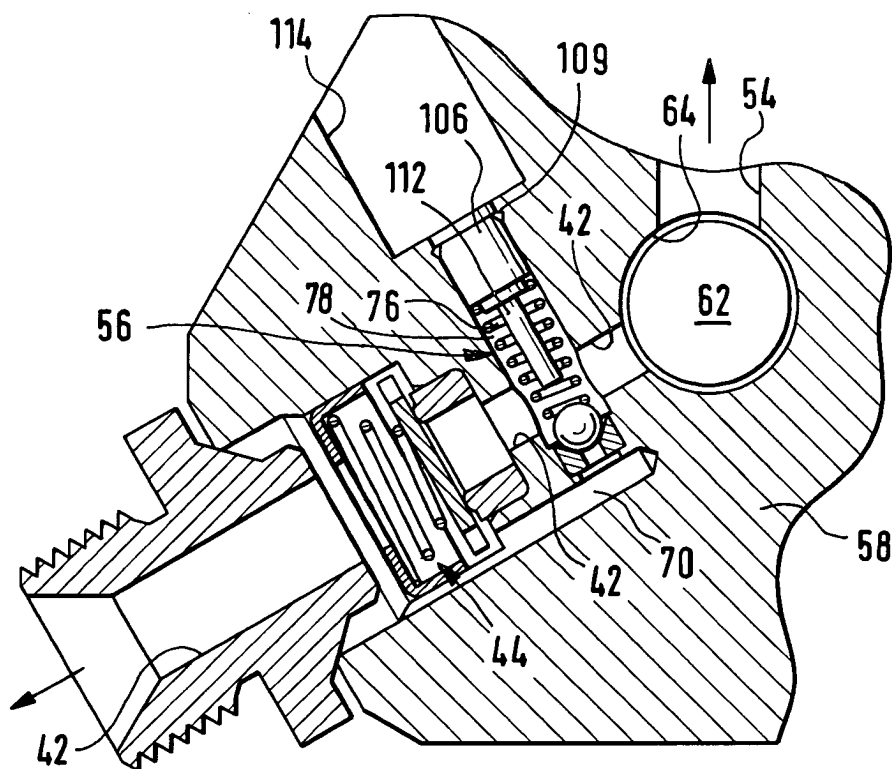


Fig. 6

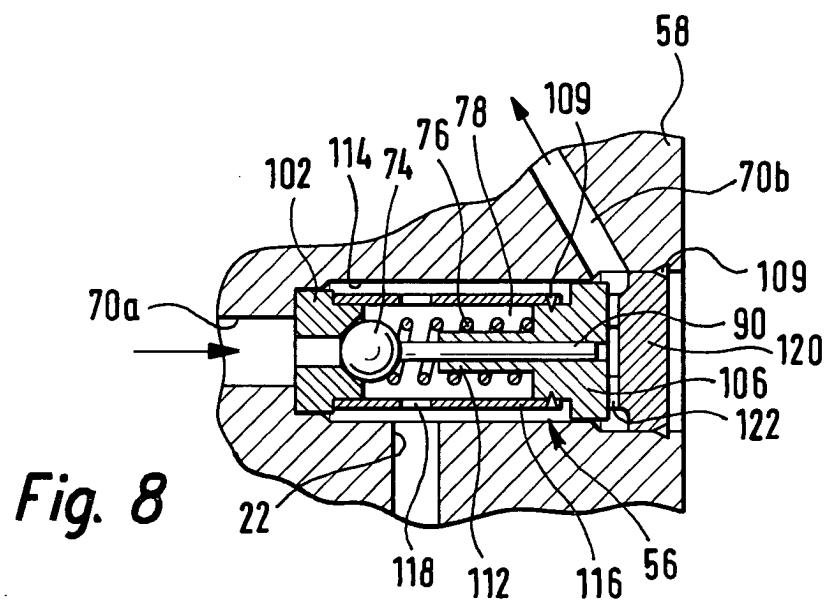


Fig. 8

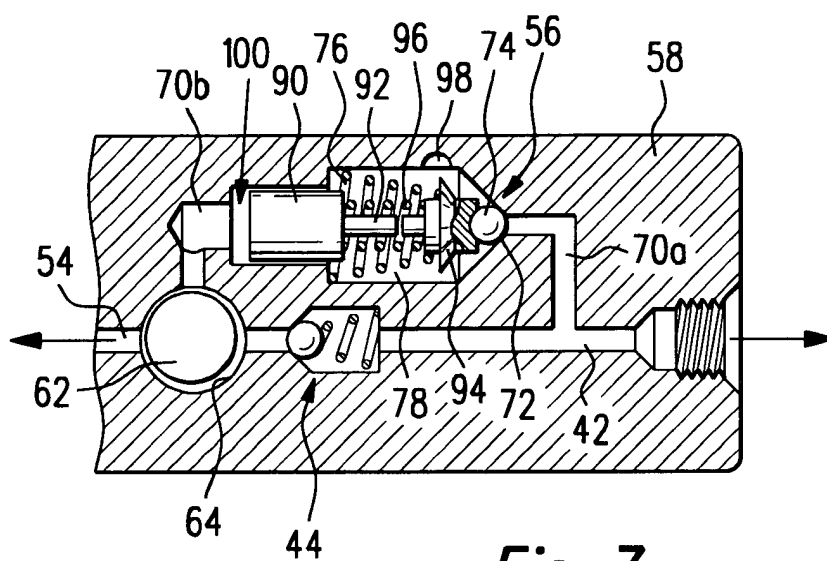


Fig. 7

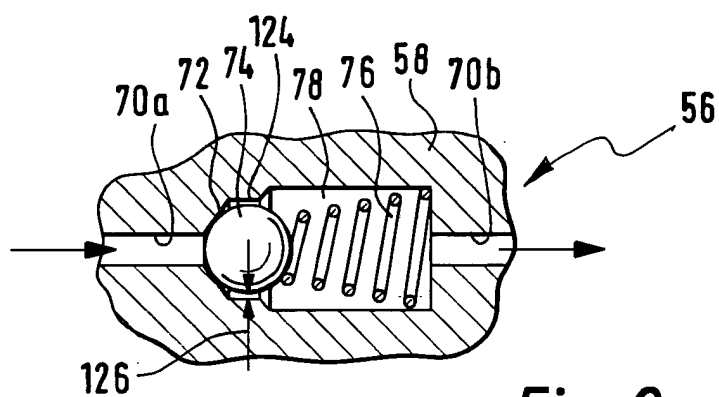


Fig. 9

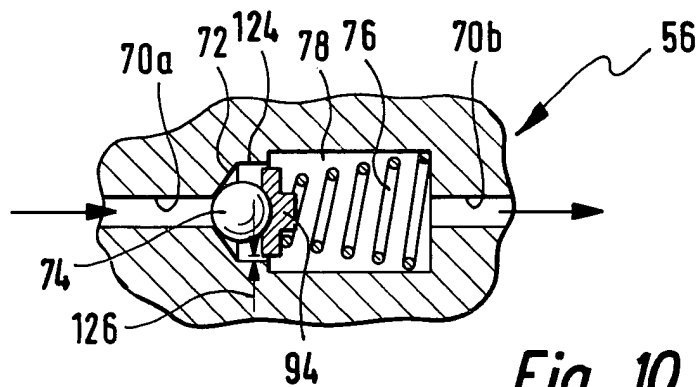


Fig. 10

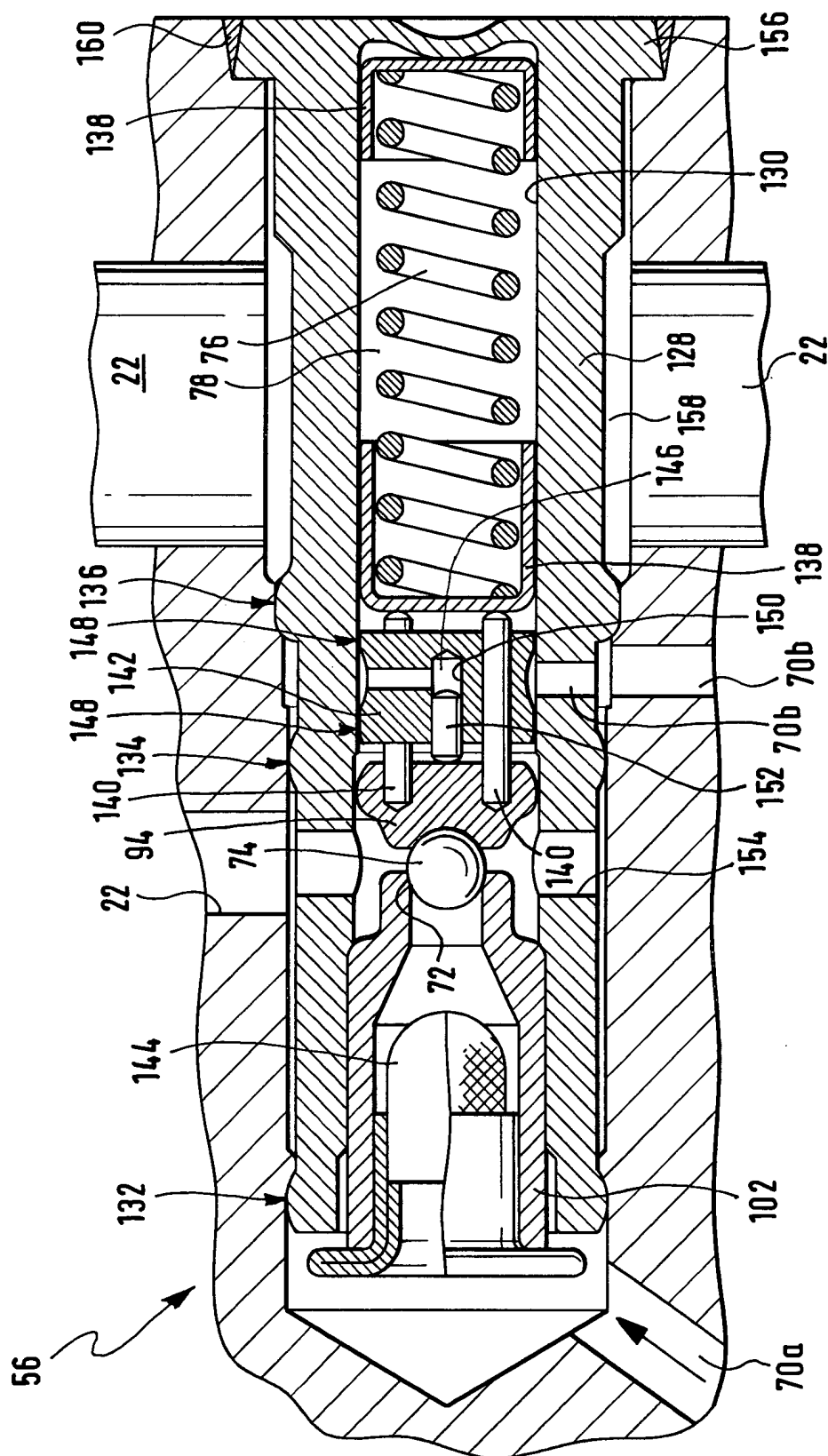


Fig. 11

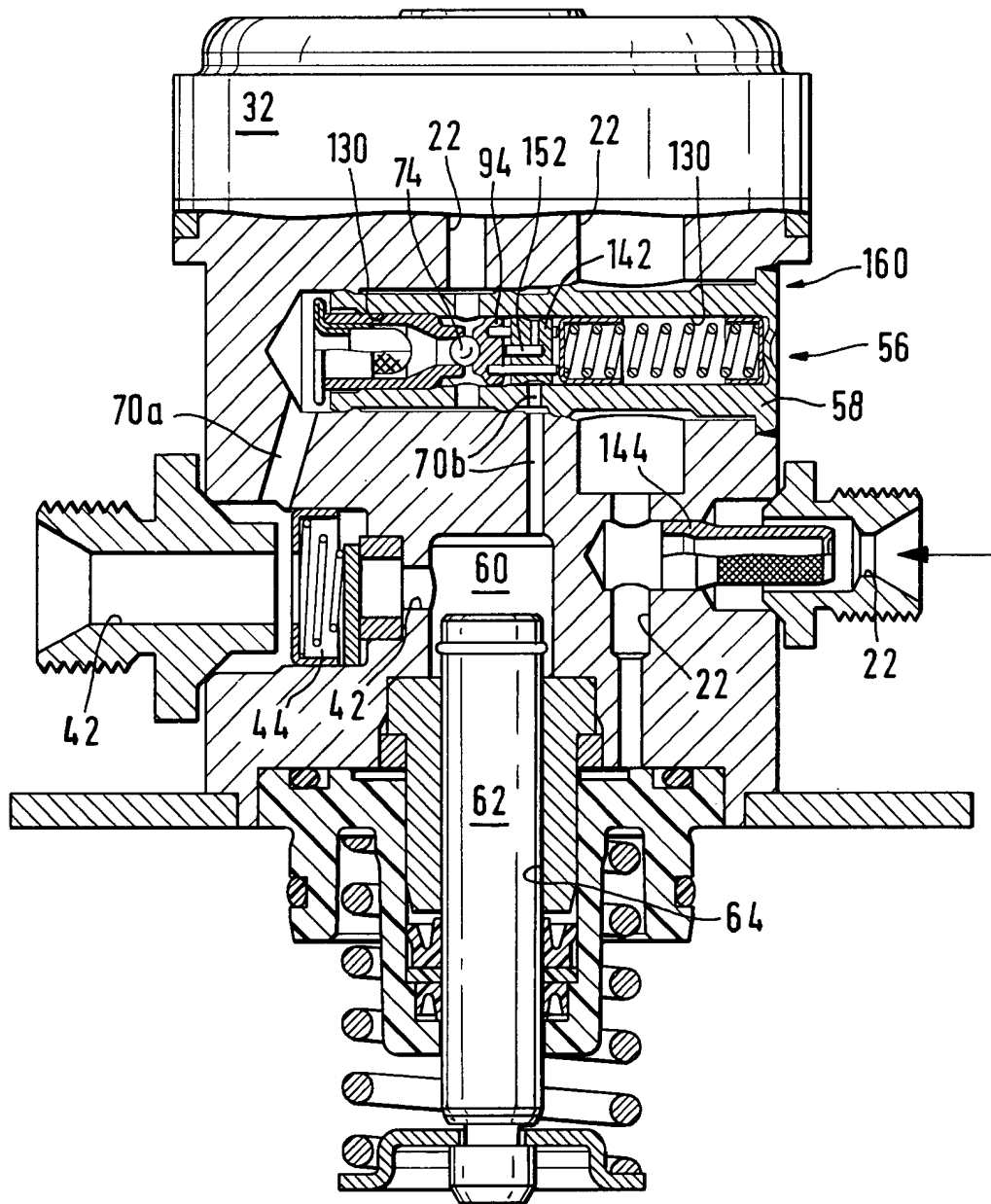


Fig. 12

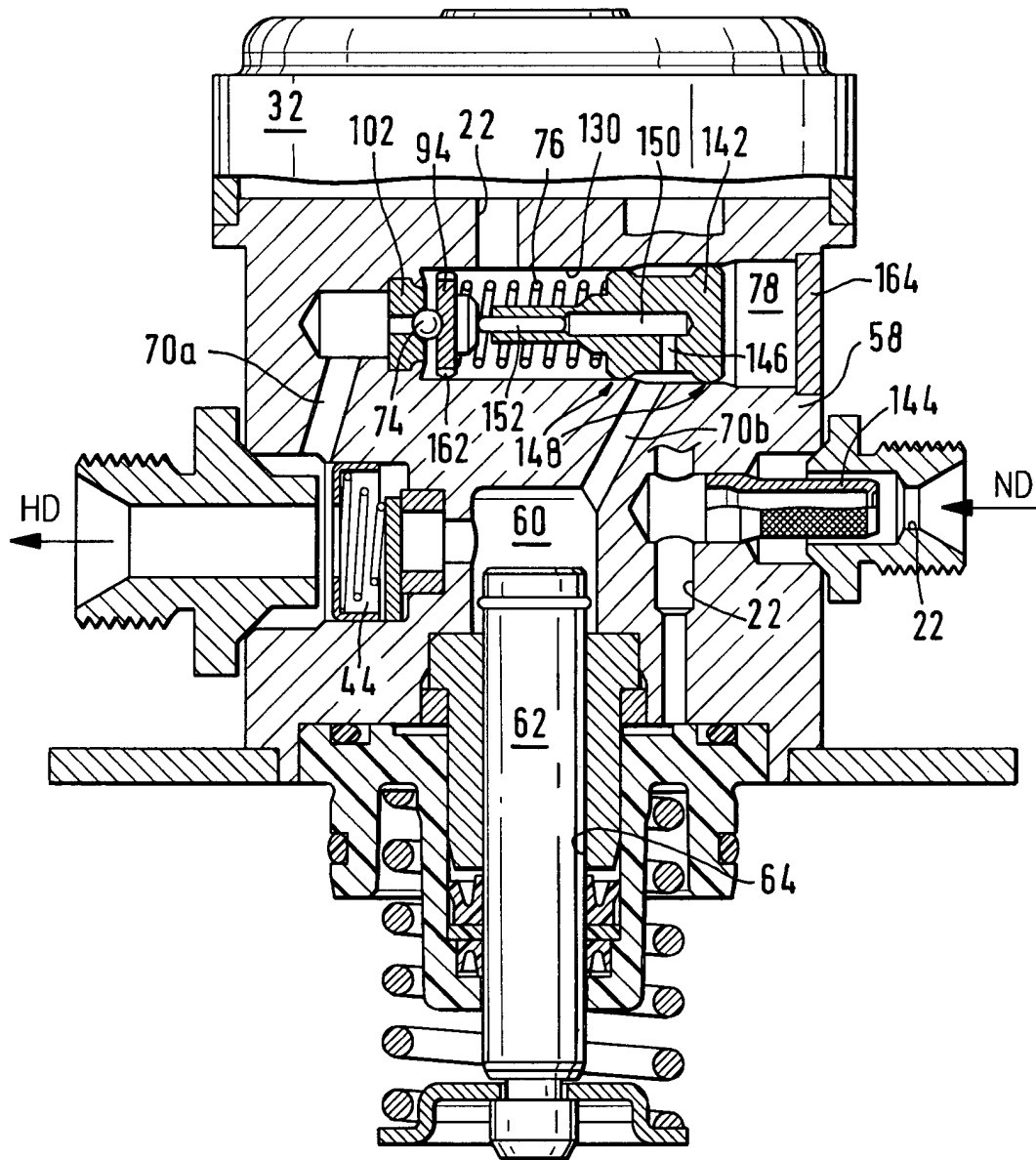


Fig. 13



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 01 5658

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 6 293 253 B1 (ARNOLD BERNHARD ET AL) 25. September 2001 (2001-09-25) * das ganze Dokument *	1-28	F02M59/46F02M59/3
X	EP 0 728 940 B (SIEMENS AUTOMOTIVE CORP LP) 9. Januar 2002 (2002-01-09) * Spalte 2, Zeile 2 - Spalte 2, Zeile 8 * * Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 2, Zeile 52 * * Abbildungen 1,2 *	1-28	
A	DE 38 12 199 A (DAIMLER BENZ AG) 26. Oktober 1989 (1989-10-26) * Zusammenfassung * * Abbildung 2 *	1-25	
A	US 4 409 939 A (EHEIM FRANZ ET AL) 18. Oktober 1983 (1983-10-18) * Abbildungen 1,4,5 *	1,26	
A	US 4 064 855 A (JOHNSON LLOYD E) 27. Dezember 1977 (1977-12-27) * Abbildung 1 *	26-28	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F02M
A	US 2001/029925 A1 (RICCITELLI MARTIN G ET AL) 18. Oktober 2001 (2001-10-18) * Abbildung 7 *	1-28	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 10. Februar 2004	Prüfer JACKSON, S
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 Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 03 01 5658

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.

10-02-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6293253 B1	25-09-2001	DE 19612412 A1	02-10-1997
EP 0728940 B	28-08-1996	US 5572974 A	12-11-1996
		DE 69618361 D1	14-02-2002
		EP 0728940 A1	28-08-1996
DE 3812199 A	26-10-1989	DE 3812199 A1	26-10-1989
US 4409939 A	18-10-1983	DE 3004460 A1	10-09-1981
US 4064855 A	27-12-1977	CA 1065215 A1	30-10-1979
		DE 2705730 A1	18-08-1977
		FR 2341752 A1	16-09-1977
		GB 1531653 A	08-11-1978
		JP 52100013 A	22-08-1977
US 2001029925 A1	18-10-2001	AU 2263201 A	25-06-2001
		WO 0144649 A1	21-06-2001

EPO FORM P0461

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