



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.03.2004 Patentblatt 2004/14

(51) Int Cl.7: **F02M 55/02**, F02M 63/02,
F02M 59/46

(21) Anmeldenummer: 03003826.9

(22) Anmeldetag: 20.02.2003

(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 SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

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

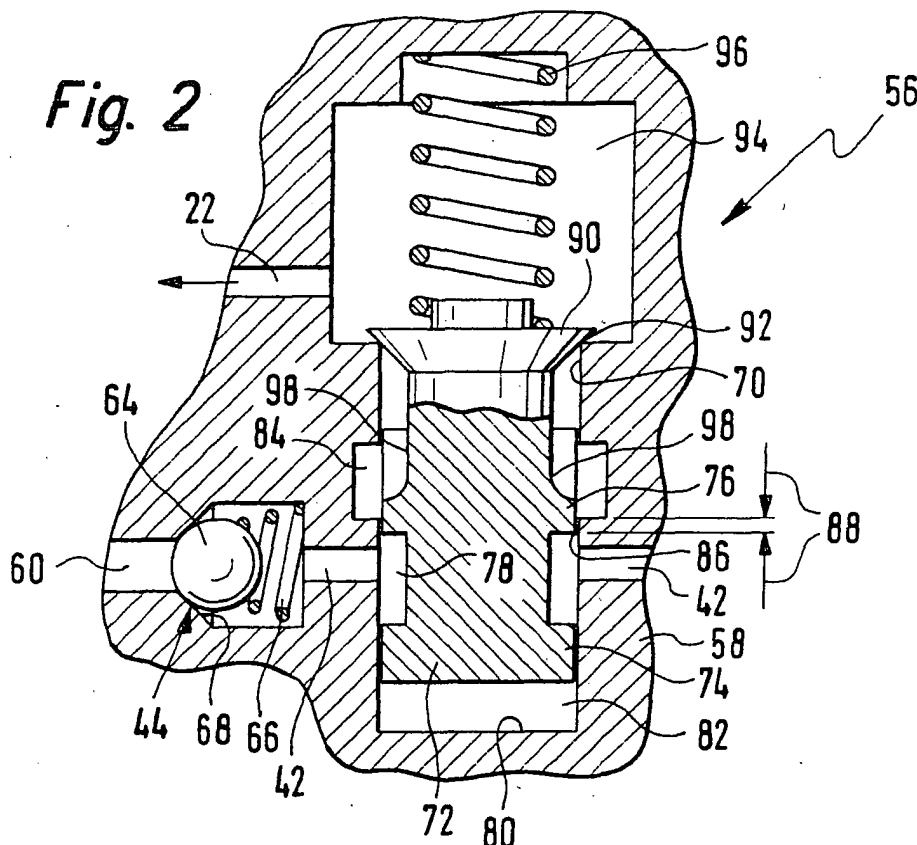
(72) Erfinder:
• **Rembold, Helmut**
70435 Stuttgart (DE)
• **Bueser, Wolfgang**
71691 Freiberg (DE)

(30) Priorität: 27.09.2002 DE 10245084

(54) **Druckbegrenzungseinrichtung sowie Kraftstoffsystem mit einer solchen Druckbegrenzungseinrichtung**

(57) Es werden verschiedene Druckbegrenzungseinrichtungen (56) vorgeschlagen, welche die Integration eines Druckbegrenzungsventils in eine Kraftstoffpumpe (30) einer Kraftstoffeinspritzanlage ermöglichen. Dabei werden über eine Ausgleichskammer (82)

kurzzeitige Druckspitzen, die sich bei jedem Förderhub der Kraftstoffpumpe (30) ergeben, abgebaut und somit ein unerwünschtes Öffnen der Druckbegrenzungseinrichtung (56) im Normalbetrieb der Kraftstoffeinspritzanlage verhindert.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Druckbegrenzungseinrichtung für ein Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse, welches einen Einlass und einen Auslass aufweist, und mit einem vorgespannten Element, welches ab einer bestimmten zwischen Einlass und Auslass vorhandenen Druckdifferenz den Einlass mit dem Auslass fluidisch verbindet.

[0002] Eine solche Druckbegrenzungseinrichtung ist vom Markt her bekannt. Sie 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 Kraftstoffpumpe fördert den Kraftstoff 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.

[0003] Um jedoch eine Absicherung gegen einen zu hohen Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung insbesondere bei Ausfall der Mengen- bzw. Druckregelung zu schaffen, ist im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems eine Druckbegrenzungseinrichtung vorgesehen. Bei dieser handelt es sich im Allgemeinen um ein übliches Druckbegrenzungsventil mit einem von einer Feder gegen einen Ventilsitz beaufschlagten 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.

[0004] Die bekannte Druckbegrenzungseinrichtung arbeitet bereits sehr gut und vor allem sehr zuverlässig. Allerdings sind den Anordnungsmöglichkeiten des Druckbegrenzungsventils in dem Kraftstoffsystem Grenzen gesetzt.

[0005] Im Allgemeinen muss die Druckbegrenzungseinrichtung 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.

[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 die Auslegung der Komponenten des Hochdruckbereichs des Kraftstoffsystems auf den hohen Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils erfordern. Derartige Komponenten sind jedoch relativ teuer.

[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.

[0008] Bei der erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung ist vorgesehen, dass der Kolben der Druckbegrenzungseinrichtung einen ersten Bund aufweist, und dass der Bund als Drossel zwischen Ausgleichskammer und Hochdruck-Kraftstoffleitung wirkt.

Vorteile der Erfindung

[0009] Durch diese Maßnahme ist es möglich, den Abbau von Druckspitzen in der Hochdruck-Kraftstoffleitung durch Drosseln und durch Vergrößern des Volumens der Ausgleichskammer abzubauen. Es hat sich herausgestellt, dass diese Kombination von zwei gleichzeitig wirkenden Maßnahmen zum Abbau der Druckpulsationen besonders wirkungsvoll ist und somit im Normalbetrieb der Kraftstoffpumpe die Druckbegrenzungseinrichtung selbst dann nicht öffnet, wenn die Druckbegrenzungseinrichtung in unmittelbarer Nähe der Hochdruckpumpe angeordnet ist. Erst wenn die Mengensteuerung der Kraftstoffpumpe einen Defekt hat und die Kraftstoffpumpe unabhängig vom Betriebspunkt der Brennkraftmaschine die volle Fördermenge fördert, spricht die Druckbegrenzungseinrichtung an und verhindert unzulässig hohe Drücke in der Hochdruck-Kraftstoffleitung und dem gesamten Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems.

[0010] Diese erfindungsgemäße Druckbegrenzungseinrichtung kann, anders als die aus dem Stand der Technik bekannte Druckbegrenzungseinrichtung, ohne Anpassungsmaßnahmen in nahezu allen Kraftstoffpumpen oder Kraftstoffsystemen eingesetzt werden. Dadurch verringert sich die erforderliche Variantenviel-

falt sehr stark, was erhebliche wirtschaftliche Vorteile bei der Herstellung, Lagerhaltung und Reparatur der mit der erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung ausgerüsteten Kraftstoffsysteme mit sich bringt.

[0011] Bei einer weiteren vorteilhaften Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Kolben einen zweiten Bund aufweist und an dem zweiten Bund eine Steuerkante ausgebildet ist, und dass die Steuerkante somit einer Ausnehmung der Bohrung so zusammenwirkt, dass in geschlossenem Zustand der Druckbegrenzungseinrichtung die hydraulische Verbindung zwischen Hochdruck-Kraftstoffleitung und Niederdruck-Kraftstoffleitung unterbrochen ist. Durch die Überdeckung der Steuerkante in der Bohrung kann der mögliche Zuwachs des Volumens der Ausgleichskammer vor dem Öffnen der Druckbegrenzungseinrichtung in weiten Grenzen festgelegt werden.

[0012] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen dem Kolben und dem Gehäuse eine Feder eingespannt, welche den Kolben in Richtung der Schließstellung der Druckbegrenzungseinrichtung beaufschlagt. Dadurch nimmt die Druckbegrenzungseinrichtung in drucklosem Zustand immer eine definierte Schaltstellung ein.

[0013] Wenn der Kolben an seinem dem ersten Bund abgewandten Ende einen Dichtkegel aufweist und der Dichtkegel in Schließstellung der Druckbegrenzungseinrichtung auf einem Dichtsitz des Gehäuses aufliegt, wird bei abgeschalteter Brennkraftmaschine der Druck im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems aufrechterhalten, was die Bildung von Dampfblasen verhindert.

[0014] Wenn die Aufrechterhaltung des Drucks im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems bei abgeschalteter Brennkraftmaschine nicht gewünscht wird, kann alternativ vorgesehen werden, dass im Gehäuse ein Absatz ausgebildet ist, und dass der Kolben in Schließstellung der Druckbegrenzungseinrichtung an dem Absatz anliegt.

[0015] Eine weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Kolben einen dritten Bund aufweist, und dass die Ausgleichskammer zusätzlich von dem dritten Bund begrenzt wird, wobei der Durchmesser des dritten Bundes kleiner als der Durchmesser des ersten Bundes ist. Dadurch wird die resultierende hydraulische Kraft auf den ersten Bund verringert, was - bei sonst gleichen hydraulischen Randbedingungen - eine kleinere Feder zwischen Kolben und Gehäuse ermöglicht. Dadurch kann die Feder kleiner ausgeführt werden, was das Bauvolumen der gesamten Druckbegrenzungseinrichtung verringern hilft. Dadurch, dass ein teilweiser Ausgleich der hydraulischen Kräfte zwischen erstem Bund und drittem Bund stattfindet, sind die von dem Kolben auf die Feder ausgeübten Kräfte sehr klein, ohne dass die Kolbendurchmesser sehr klein werden. Bei der Serienfertigung von Drehteilen mit Durchmessern kleiner 4 mm und großer Präzision steigen die Herstellungskosten gegenüber etwas größer dimensionierten Teilen stark an. Dadurch

können die Kosten der erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung minimiert werden.

[0016] Es hat sich weiter als vorteilhaft erwiesen, wenn der dritte Bund mit der Bohrung einen Raum begrenzt und dieser Raum mindestens mittelbar mit einem Niederdruckbereich des Kraftstoffsystems hydraulisch in Verbindung steht, so dass eventuell anfallende Leckagen abgeführt werden können.

[0017] Die erfindungsgemäßen Vorteile können alternativ auch mit einer Druckbegrenzungseinrichtung für ein Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine erzielt werden, wobei die Druckbegrenzungseinrichtung zwischen einer Hochdruck-Kraftstoffleitung und einer Niederdruck-Kraftstoffleitung angeordnet ist, mit einem Gehäuse, mit einem in einer Bohrung des Gehäuses geführten Kolben, welcher ab einer bestimmten zwischen Hochdruck-Kraftstoffleitung und Niederdruck-Kraftstoffleitung vorhandenen Druckdifferenz diese hydraulisch verbindet, und mit einer Ausgleichskammer, wenn die Ausgleichskammer durch einen in einer Ausgleichsbohrung des Gehäuses geführten Ausgleichskolben begrenzt wird, wenn die Ausgleichskammer mit dem Förderaum hydraulisch in Verbindung steht, und wenn der Ausgleichskolben so gegen eine Wegbegrenzung vorgespannt ist, dass das Volumen der Ausgleichskammer minimal ist. Durch diese Merkmale wird ein als Federspeicher ausgeführter Zwischenspeicher gebildet, der beim Auftreten von kurzzeitigen Druckpulsationen, deren Druckenergie in mechanische Energie umwandelt und nach dem Abklingen der Druckpulsationen diese Energie wieder in Druckenergie umwandelt. Dadurch werden die Druckspitzen im Hochdruckbereich des Kraftstoffsystems geglättet und ein unerwünschtes Öffnen des Druckbegrenzungsventils verhindert.

[0018] Die Wirkung dieser Druckbegrenzungseinrichtung kann sich bestmöglich entfalten, wenn die Ausgleichsbohrung im Gehäuse oder in einem Pumpenkolben der Kraftstoffpumpe angeordnet ist, da die oben beschriebene Glättung der Druckspitzen in unmittelbarer Nähe ihrer Entstehung erfolgt.

[0019] 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 einer Druckbegrenzungseinrichtung, welche den Druck in einer Kraftstoffverbindung auf der Ausgangsseite der zweiten Kraftstoffpumpe begrenzt.

[0020] Um ein solches Kraftstoffsystem möglichst variabel bauen zu können, ohne dass zusätzliche Kosten anfallen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Druckbegrenzungseinrichtung in der oben beschriebenen Art ausgebildet ist.

[0021] Dabei wird vorgeschlagen, dass die zweite Kraftstoffpumpe eine 1-Zylinder-Kolbenpumpe umfasst. Bei einer solchen Kraftstoffpumpe sind die Druck-

pulsationen besonders ausgeprägt, so dass hier die erfindungsgemäße Druckbegrenzungseinrichtung sehr wirkungsvoll arbeitet.

[0022] Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems ist die Druckbegrenzungseinrichtung an die zweite Kraftstoffpumpe angebaut, vorzugsweise in diese integriert. Eine derartige Anordnung der Druckbegrenzungseinrichtung innerhalb des Kraftstoffsystems hat den Vorteil, dass auf eine Rückflussleitung von der Druckbegrenzungseinrichtung beispielsweise zum Niederdruckbereich des Kraftstoffsystems verzichtet werden kann. Hierdurch werden die Kosten für das erfindungsgemäße Kraftstoffsystem erheblich gesenkt.

Zeichnung

[0023] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele 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 eine Druckbegrenzungseinrichtung angebaut ist;

Figur 2: einen Schnitt durch einen Bereich der Kraftstoffpumpe und ein erstes Ausführungsbeispiel einer Druckbegrenzungseinrichtung von Figur 1;

Figur 3: ein Diagramm, in dem der Druck im Bereich des Auslasses der Kraftstoffpumpe von Figur 1 über der Zeit dargestellt ist und

Fig. 4-7: weitere Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Druckbegrenzungseinrichtungen.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0024] In Figur 1 trägt ein Kraftstoffsystem insgesamt das Bezugszeichen 10. Es umfasst einen Niederdruckbereich 12 und einen Hochdruckbereich 14.

[0025] 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 Zweigleitung 26 ab, welche zum Vorratsbehälter 16 zurückführt. In der Zweigleitung 26 ist ein Druckbegrenzungsventil 28 angeordnet.

[0026] Die Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 führt zu einer zweiten Kraftstoffpumpe 30. Diese wird auf hier

nicht näher dargestellte Weise von der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) angetrieben. Bei der zweiten Kraftstoffpumpe 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 Rückschlagventil 34 angeordnet. Zwischen dem Filter 24 und dem Druckdämpfer 32 zweigt von der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 eine Zweigleitung 36 ab, in der ein Niederdruckregler 38 angeordnet ist. Die Zweigleitung 36 führt ebenfalls zum Vorratsbehälter 16 für den Kraftstoff 18 zurück. Von der Hochdruckpumpe 30 führt eine Leckageleitung 40 zur Zweigleitung 36.

[0027] 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.

[0028] Der Druck in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und der Kraftstoff-Sammelleitung 46, also im Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10, wird über ein Mengensteuerventil gesteuert und/oder geregelt. Dieses verbindet den zwischen dem Rückschlagventil 44 und der Hochdruckpumpe 30 gelegenen Bereich der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 mit dem zwischen dem Rückschlagventil 34 und dem Druckdämpfer 32 gelegenen Bereich der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22. Die Verbindung erfolgt über eine Zweigleitung 54. Das Mengensteuerventil 42 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 Steuerung des Drucks im Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10 geschaffen.

[0029] 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 mit der Hochdruckpumpe 30 eine Druckbegrenzungseinrichtung 56 kombiniert. Der genaue Aufbau eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung 56 ist aus Figur 2 ersichtlich:

[0030] Die Hochdruckpumpe 30 und die Druckbegrenzungseinrichtung 56 sind in einem gemeinsamen Gehäuse 58 untergebracht. Von der Hochdruckpumpe 30 ist in Figur 2 nur ein Bereich eines Förderraumes 60 und das auslassseitig vom Förderraum 60 angeordnete Auslassventil 44 sichtbar. Das Auslassventil 44 umfasst ein kugelförmiges Ventilelement 64, welches von einer Feder 66 gegen einen Ventilsitz 68 beaufschlagt wird. Stromabwärts des Auslassventils 44 ist die Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 sichtbar. Während eines Saughubs wird der in Fig. 2 nur teilweise dargestellte Förderraum 60 gegenüber der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 durch

das Auslassventil 44 abgedichtet.

[0031] In Strömungsrichtung gesehen unmittelbar hinter dem Auslassventil ist eine Bohrung 70 vorgesehen, in der ein Kolben 72 geführt ist. Der Kolben 72 weist einen ersten Bund 74 und einen zweiten Bund 76 auf. Der Kolben 72 ist über den ersten Bund 74 und über den zweiten Bund 76 in der Bohrung 70 geführt. Die Passung von Bohrung 70 und erstem Bund 74 ist so bemessen, dass der Ringspalt zwischen Bohrung 70 und erstem Bund 74 als Drossel dient. Die Passung von Bohrung 70 und zweitem Bund 76 ist so bemessen, dass eine gute Dichtwirkung zwischen Bohrung 70 und zweitem Bund 76 erzielt wird und der Kolben 72 trotzdem noch in der Bohrung 70 verschiebbar ist.

[0032] Zwischen erstem Bund 74 und zweitem Bund 76 weist der Kolben 72 eine Ringnut 78 auf, welche mit der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 hydraulisch in Verbindung steht. Ein Grund 80 der Bohrung 70 sowie der erste Bund 74 des Kolbens 72 begrenzen eine Ausgleichskammer 82, die über den Ringspalt zwischen Bohrung 70 und erstem Bund 74 hydraulisch mit der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 in Verbindung steht.

[0033] Im Gehäuse 58 ist konzentrisch zur Bohrung 70 eine ringförmige Ausnehmung 84 vorgesehen. Die Ringnut 78 und der zweite Bund 76 des Kolbens 72 bilden eine Steuerkante 86, welche mit der Ausnehmung 84 zusammenwirkt. In geschlossenem Zustand der Druckbegrenzungseinrichtung 56, der in Figur 2 dargestellt ist, hat die Steuerkante 86 zu der Ausnehmung 84 eine Überdeckung, die in Figur 2 durch das Bezugszeichen 88 angedeutet ist. In Folge dessen ist die hydraulische Verbindung zwischen Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und Ausnehmung 84 in dieser Stellung des Kolbens 72 unterbrochen.

[0034] Der zweite Bund 76 ist breiter als die Ausnehmung 84, so dass der Kolben 72 unabhängig von seiner Lage in der Bohrung 70 stets durch den ersten Bund 74 und den zweiten Bund 76 in der Bohrung 70 geführt ist.

[0035] Oberhalb des zweiten Bundes 76 ist ein Dichtkegel 90 am Kolben 72 angeformt. Der Dichtkegel 90 trennt in der in Figur 2 dargestellten Schließstellung der Druckbegrenzungseinrichtung 56 zusammen mit einem im Gehäuse 58 ausgebildeten Dichtsitz 92 die Ausnehmung 84 von einer Federkammer 94, die wiederum mit der Niederdruckleitung 22 hydraulisch in Verbindung steht. Der Dichtkegel 90 und der Dichtsitz 92 dienen der Aufrechterhaltung des Drucks im Hochdruckbereich 14 bei abgestellter Brennkraftmaschine. In der Federkammer 94 ist eine Druckfeder 96 angeordnet, die sich einseitig gegen das Gehäuse 58 und andererseits gegen den Kolben 72 abstützt und diesen mit seinem Dichtkegel 90 in den Dichtsitz 92 presst.

[0036] Damit bei geöffneter Druckbegrenzungseinrichtung 56, wenn nämlich die Steuerkante 86 des zweiten Bundes 76 eine hydraulische Verbindung zwischen der Ringnut 78 und der Ausnehmung 84 freigibt, auch eine hydraulische Verbindung zwischen der Ausnehmung 84 und der Federkammer 94 hergestellt wird, sind

in dem zweiten Bund 76 über den Umfang verteilt mehrere Aussparungen 98 eingearbeitet.

[0037] Die Funktionsweise dieser erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung 56 ist wie folgt:

[0038] Wenn während des Förderhubs der Pumpe 30 der Druck im Förderraum 60 ansteigt und das Rückschlagventil 44 öffnet, steigt auch der Druck in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und Kraftstoff fließt von der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 in die Ausgleichskammer 82 und der Druck in der Ausgleichskammer 82 steigt zeitlich etwas verzögert an. Die Verzögerung des Druckanstiegs in der Ausgleichskammer 82 wird durch die Drosselwirkung des Ringspalts zwischen erstem Bund 74 und Bohrung 70 verursacht. Sobald der Druck in der Ausgleichskammer 82 ausreichend hoch ist, um die Anpresskraft der Feder 96 zu überwinden, hebt der Kolben 72 vom Dichtsitz 92 ab; das heißt er bewegt sich in Figur 2 nach oben. Damit nimmt auch das Volumen der Ausgleichskammer 82 zu, so dass der Druckanstieg in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und damit im gesamten Hochdruckbereich 14 (siehe Fig. 1) des Kraftstoffsystems 10 verringert wird. Die Überdeckung 88 und das Volumen der Ausgleichskammer 88 sind so ausgelegt, dass im Normalbetrieb des Kraftstoffsystems 10 die Druckpulsationen im Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10 so weit abgebaut werden, dass sie keine negativen Auswirkungen auf den Betrieb des Kraftstoffsystems 10 mehr haben. Außerdem werden die Überdeckung 88 und das Volumen der Ausgleichskammer 88 so ausgelegt, dass im Normalbetrieb des Kraftstoffsystems 10 die hydraulische Verbindung zwischen Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 nicht freigegeben wird. Dies bedeutet, dass durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung 56 der Wirkungsgrad des Kraftstoffsystems 10 im Normalbetrieb nahezu unverändert bleibt.

[0039] Wenn die Fördermengenregelung des Kraftstoffsystems 10 defekt ist, so dass die Kraftstoffpumpe 30 (siehe Fig. 1) immer die volle Fördermenge fördert, steigt der Druck im Hochdruckbereich 14 und damit auch in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 über einen - verglichen mit den Druckpulsationen im Normalbetrieb - langen Zeitraum stark an. In Folge dessen vergrößert sich das Volumen der Ausgleichskammer 82 so stark, dass die Steuerkante 86 die hydraulische Verbindung zwischen Ringnut 78 und Ausnehmung 84 freigibt und Kraftstoff aus der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 über die Federkammer 94 in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 strömt, so dass ein Abbau des in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 herrschenden Überdrucks stattfindet. Damit wird der Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10 bei Störungen der Fördermengenregelung wirksam vor unzulässig hohen Drücken geschützt.

[0040] In Figur 3 ist der Druckverlauf über der Zeit t qualitativ dargestellt. Wenn auf der Auslassseite der Hochdruckpumpe 30, also beispielsweise in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und der Kraftstoff-Sammellei-

tung 46, ein konstantes Volumen vorhanden wäre, würden im Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10 aufgrund der Druckpulsationen der Hochdruckpumpe 30 Druckspitzen bis zu einem Spitzenwert von ca. 180 bar auftreten. Eine solche Druckspitze ist in Figur 3 gestrichelt dargestellt. Diese Druckspitze resultiert aus der Beschleunigung der Kraftstoffsäule in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 durch die Hochdruckpumpe 30. Durch die erfindungsgemäße Druckbegrenzungseinrichtung 56 werden diese im Normalbetrieb des Kraftstoffsystems 10 auftretenden Druckspitzen in der zuvor beschriebenen Weise vermieden. Infolgedessen ist der Druckanstieg in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und der Kraftstoff-Sammelleitung 46 geringer, was in der Figur 3 durch die durchgezogene Linie qualitativ dargestellt ist. Sobald der Förderhub der Kraftstoffpumpe 30 beendet ist, schließt das Rückschlagventil 44 und die Feder 96 drückt den Kolben 72 in Richtung der Ausgleichskammer 82 und verringert dadurch das Volumen der Ausgleichskammer 82 auf seinen ursprünglichen Wert. Der aus der Ausgleichskammer 82 verdrängte Kraftstoff strömt über die Ringnut 78 in die Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und trägt somit zur Druckhaltung im Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10 bei.

[0041] Die Überdeckung 88 zwischen Steuerkante 86 und Ausnehmung 44, die Vorspannung und Federrate der Feder 96 sowie das Volumen der Ausgleichskammer 82 und die Drosselwirkung zwischen erstem Bund 74 und Bohrung 70 müssen, wie bereits erwähnt, so aufeinander abgestimmt sein, dass bei einem Förderhub der zweiten Kraftstoffpumpe 30 bei ordnungsgemäßem Betrieb des Kraftstoffsystems 10 die Steuerkante 86 die Ausnehmung 84 nicht freigibt und somit kein Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich 14 in den Niederdruckbereich 12 strömt. Erst wenn die Mengenregelung der Kraftstoffpumpe 30 oder ein anderer Defekt mit ähnlichen Auswirkungen auftritt, wird das Volumen der Ausgleichskammer 82 so stark vergrößert, dass die Steuerkante 86 die Ausnehmung 84 freigibt und überschüssiger Kraftstoff über die Ausnehmung 84, die Aussparungen 98, die Federkammer 94 in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 abströmen kann. Dadurch werden unzulässig hohe Drücke im Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10 wirkungsvoll unterbunden.

[0042] In Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung 56 dargestellt. Gleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und es gilt das bezüglich Figur 2 Gesagte entsprechend.

[0043] Der wesentliche Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 besteht darin, dass der Kolben 72 unterhalb des ersten Bunds 74 einen dritten Bund 100 aufweist. Die Ausgleichskammer 82 ist bei diesem Ausführungsbeispiel zwischen dem ersten Bund 74 und dem dritten Bund 100 vorhanden und ist ein ringförmiger Raum, dessen Volumen sich vergrößert, wenn sich der Kolben 72 in Richtung der Feder 96 bewegt.

[0044] Der Bund 80 der Bohrung 70 und der dritte Bund 100 begrenzen einen Raum 102, der über eine Bohrung 104 mit der Federkammer 94 und damit mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 hydraulisch in Verbindung steht. Damit werden die auf die Stirnflächen des Kolbens 72 wirkenden hydraulischen Kräfte ausgeglichen.

[0045] Da die von der Ausgleichskammer 82 auf den Kolben 72 entgegen der Schließkraft der Feder 96 auf den Kolben 72 ausgeübte hydraulische Kraft nur noch auf der ringförmigen Differenzfläche zwischen dem Durchmesser D_1 des ersten Bunds 74 und dem Durchmesser D_3 des dritten Bunds 100 wirksam ist, ist diese Kraft, bei sonst gleichen Abmessungen der Druckbegrenzungseinrichtung 56, kleiner als die von dem in der Ausgleichskammer 82 befindlichen Kraftstoff auf die Stirnseite des Kolben 72 ausgeübte hydraulische Kraft gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel (siehe Figur 2). Dies ist insofern vorteilhaft als man bestrebt ist, die Feder 96 möglichst klein zu bauen und bei Durchmessern unterhalb von 4 mm der fertigungstechnische Aufwand zur Herstellung der erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtungen 56 sehr hoch wird. Deshalb sind der Miniaturisierung des ersten Ausführungsbeispiels gemäß Figur 2 fertigungstechnische und wirtschaftliche Grenzen gesetzt sind.

[0046] Mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 kann auf fertigungstechnisch relativ einfache Weise eine kleine hydraulische Kraft, die entgegen der Schließkraft der Feder 96 wirkt, erzeugt werden, bei Durchmessern des Kolbens 72, die fertigungstechnisch unproblematisch sind.

[0047] Das hydraulische Verhalten dieses zweiten Ausführungsbeispiels entspricht im Wesentlichen dem des ersten Ausführungsbeispiels.

[0048] In Figur 5 ist ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung 56 dargestellt. Der wesentliche Unterschied zu dem zweiten Ausführungsbeispiel besteht darin, dass der Kolben 72 keinen Dichtkegel 90 aufweist. In Schließstellung der Druckbegrenzungseinrichtung 56 liegt der Kolben 72 mit seinem dritten Bund 100 auf einem Absatz 106 des Gehäuses 58 auf und legt damit die maximale Überdeckung 88 der Steuerkante 86 fest.

[0049] Das dritte Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung 56 kommt vorzugsweise in Kraftstoffsystemen 10 zum Einsatz, in denen nach dem Abstellen des Motors oder im Schubbetrieb der Druck im Hochdruckbereich 14 über eine definierte Leckage abgesenkt wird. Durch die Passung zwischen zweitem Bund 76 und Bohrung 70 sowie die Dimensionierung der Überdeckung 88 kann die für diesen Betriebszustand der Brennkraftmaschine erforderliche Leckage eingestellt werden.

[0050] Allgemein wird bei der Auslegung der erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung 56 darauf geachtet, dass der Öffnungsdruck der Druckbegrenzungseinrichtung 56 möglichst unabhängig vom Durch-

fluss durch die Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 ist.

[0051] In Figur 6 wird ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung 56 beschrieben. Bei dieser Druckbegrenzungseinrichtung 56 ist ein herkömmliches, aus dem Stand der Technik bekanntes Druckbegrenzungsventil 108 so angeordnet, dass es mit dem Druck der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 beaufschlagt wird. Das Druckbegrenzungsventil 108 kann als Sitzventil oder als Kolbenventil ausgeführt sein.

[0052] Wenn das Druckbegrenzungsventil 108 öffnet, stellt es eine hydraulische Verbindung zwischen der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 und der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 her. Das Druckbegrenzungsventil 108 ist bei dem dritten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6 in die Kraftstoffpumpe 30 integriert. Ohne zusätzliche Maßnahmen würde das Druckbegrenzungsventil 108 bei jedem Förderhub der Kraftstoffpumpe 30 mindestens kurzzeitig öffnen, da mit jedem Förderhub ein Druckstoß durch die Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 wandert, der größer ist als der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 108. Nachfolgend werden die Maßnahmen, welche das ungewollte Öffnen des Druckbegrenzungsventils 108 im Normalbetrieb des Kraftstoffsystems 10 verhindern, beschrieben:

[0053] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6 ist eine Ausgleichsbohrung 110 in dem Gehäuse 58 der Kraftstoffpumpe 30 vorgesehen, in der ein Ausgleichskolben 112 dichtend geführt ist. Der Ausgleichskolben 112 wird von einer Druckfeder 114, die sich einenends gegen das Gehäuse 58 und anderenends gegen den Ausgleichskolben 112 abstützt, gegen einen als erste Wegbegrenzung dienenden Absatz 116 der Ausgleichsbohrung 110 gedrückt. Der Ausgleichskolben 112 begrenzt eine Ausgleichskammer 82, welche unmittelbar an den Förderraum 60 der Kraftstoffpumpe 30 anschließt. In Fig. 6 ist der Förderraum 60 vollständig dargestellt. In dieser Darstellung ist ein Pumpenkolben 118 erkennbar, der in dem Gehäuse 58 dichtend geführt wird und den Förderraum 60 begrenzt. Der Antrieb des Pumpenkolbens 118 ist nicht dargestellt.

[0054] In der in Figur 6 dargestellten Position des Ausgleichskolbens 112 ist das Volumen der Ausgleichskammer 82 minimal. Wenn der auf den Ausgleichskolben 112 wirkende Druck in der Förderkammer 60 während des Förderhubs des Pumpenkolbens 118 der Kraftstoffpumpe 30 die Vorspannung der Druckfeder 114 überwindet, hebt der Ausgleichskolben 112 vom Absatz 116 ab und entfernt sich vom Förderraum 60. Dadurch nimmt das Volumen der Ausgleichskammer 82 zu, so dass der Druckanstieg im Förderraum und damit auch in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 begrenzt wird. Der maximale Hub des Ausgleichskolbens 112 ist in Figur 6 mit "h" bezeichnet. Der maximale Hub h wird erreicht, wenn der Ausgleichskolben 112 am Grund 120 der Ausgleichsbohrung 110 anliegt. Wenn der Pumpenkolben 118 seinen oberen Totpunkt erreicht hat und sich danach wieder in Richtung seines unteren Totpunkts be-

wegt, sinkt der Druck im Förderraum 60 schnell ab, so dass die Druckfeder 114 den Ausgleichskolben 112 wieder in Anlage an den Absatz 116 bringen kann. Dadurch wird Kraftstoff aus der Ausgleichskammer 82 in den Förderraum 60 zurückgefördert.

[0055] Die Vorspannung der Druckfeder 114 und der Durchmesser des Ausgleichskolbens 112 werden so bemessen, dass der Ausgleichskolben 112 einerseits erst bei Drücken, die über dem normalen Betriebsdruck im Hochdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 10 liegen, öffnet. Andererseits hebt der Ausgleichskolben 112 schon vor Erreichen des Öffnungsdrucks des Druckbegrenzungsventils 108 von dem Absatz 116 ab. Dadurch ist ein guter Wirkungsgrad der Kraftstoffpumpe 30 gewährleistet und gleichzeitig wird wirkungsvoll verhindert, dass kurzzeitige Druckspitzen zu einem Öffnen des Druckbegrenzungsventils 108 führen können.

[0056] Zwischen dem Förderraum 60 und dem Rückschlagventil 44 ist eine erste Drossel 122 vorgesehen. Diese erste Drossel 122 ist so ausgelegt, dass sie bei hohen Druckgradienten im Förderraum 60 zur Dämpfung von Druckspitzen in der Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 beiträgt. Allerdings ist bei der Auslegung der ersten Drossel 122 darauf zu achten, dass die Druckverluste in der ersten Drossel 122 nicht zu groß werden, da die gesamte Fördermenge der Kraftstoffpumpe 30 durch die erste Drossel 122 strömt.

[0057] Zusätzlich sind in einer Zweigleitung 124, welche die Hochdruck-Kraftstoffleitung 42 mit dem Druckbegrenzungsventil 108 verbindet, eine zweite Drossel 126 und ein Zusatzvolumen 128 angeordnet. Die zweite Drossel 126 und das Zusatzvolumen 128 wirken als Tiefpassfilter und verhindern somit zusätzlich ein unerwünschtes kurzzeitiges Öffnen des Druckbegrenzungsventils 108 aufgrund von Druckpulsationen, die durch den Förderhub der Kraftstoffpumpe 30 ausgelöst sind.

[0058] Das Druckbegrenzungsventil 108 und die Rückseite des Ausgleichskolbens 112, sind über Leckageleitungen 130 mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 22 verbunden.

[0059] In Figur 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Druckbegrenzungseinrichtung 56 dargestellt. Der wesentliche Unterschied zu dem dritten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6 besteht darin, dass der Ausgleichskolben 112 und die Ausgleichsbohrung 110 im Pumpenkolben 118 der Kraftstoffpumpe 30 angeordnet sind. Hydraulisch wirkt der Ausgleichskolben 112 bei den Ausführungsbeispielen gemäß Figur 6 und Figur 7 gleich. Die Leckageabfuhr von der Rückseite des Ausgleichskolbens 112 erfolgt über eine Längsbohrung 132 und eine Querbohrung 134 sowie eine Ringnut 136, die mit der Leckageleitung 130 in Verbindung steht.

[0060] Gesichert wird der Ausgleichskolben 118 durch einen Sicherungsring 140, der gleichzeitig auch als Wegbegrenzung dient. Der Sicherungsring 140 wird in eine Nut 142 in der Ausgleichsbohrung 110 eingelegt.

Patentansprüche

1. Druckbegrenzungseinrichtung (56) für ein Kraftstoffsystem (10) einer Brennkraftmaschine, wobei die Druckbegrenzungseinrichtung (56) zwischen einer Hochdruck-Kraftstoffleitung (42) und einer Niederdruck-Kraftstoffleitung (22) angeordnet ist, mit einem Gehäuse (58), mit einem in einer Bohrung (70) des Gehäuses (58) geführten Kolben (72), welcher ab einer bestimmten zwischen Kraftstoffleitung (42) und Niederdruck-Kraftstoffleitung (22) vorhandenen Druckdifferenz diese hydraulisch verbindet, wobei die Bohrung (70) und der Kolben (72) eine Ausgleichskammer (82) begrenzen, und mit einer Drossel zwischen Hochdruck-Kraftstoffleitung (42) und Ausgleichskammer (82), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (72) einen ersten Bund (74) aufweist, dass der erste Bund (74) als Drossel zwischen Ausgleichskammer (82) und Hochdruck-Kraftstoffleitung (42) wirkt.
2. Druckbegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (72) einen zweiten Bund (76) aufweist, und an dem zweiten Bund (76) eine Steuerkante (86) ausgebildet ist, und dass die Steuerkante (86) so mit einer Ausnehmung (84) der Bohrung (70) zusammenwirkt, dass in geschlossenem Zustand der Druckbegrenzungseinrichtung (56) die hydraulische Verbindung zwischen Hochdruck-Kraftstoffleitung (42) und Niederdruck-Kraftstoffleitung (22) unterbrochen ist.
3. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckbegrenzungseinrichtung (56) erst öffnet, wenn die Ausgleichskammer (82) ein vorgegebenes Mindestvolumen erreicht hat.
4. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mindestvolumen von der Überdeckung (88) der Steuerkante (86) in der Bohrung (70) in Schließstellung der Druckbegrenzungseinrichtung (56) abhängt.
5. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Kolben (72) und Gehäuse (58) eine Feder (96) eingespannt ist, und dass die Feder (96) den Kolben (72) in Richtung der Schließstellung beaufschlagt.
6. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (72) an seinem den ersten Bund (74) abgewandten Ende einen Dichtkegel (90) aufweist, und dass der Dichtkegel (90) in Schließstellung der Druckbegrenzungseinrichtung (56) auf einem Dichtsitz (92) des Gehäuses (58) aufliegt
7. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Gehäuse (58) ein Absatz (106) ausgebildet ist, und dass der Kolben (72) in Schließstellung der Druckbegrenzungseinrichtung (56) an dem Absatz (106) anliegt.
8. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (72) einen dritten Bund (100) aufweist, dass die Ausgleichskammer (82) zusätzlich von dem dritten Bund (100) begrenzt wird, und dass der Durchmesser (D_3) des dritten Bundes (100) kleiner als der Durchmesser (D_1) des ersten Bundes (74) ist.
9. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Bund (100) mit der Bohrung (70) einen Raum (102) begrenzt, und dass der Raum (102) mindestens mittelbar mit einem Niederdruckbereich (12) des Kraftstoffsystems (10) hydraulisch in Verbindung steht.
10. Druckbegrenzungseinrichtung (56) für ein Kraftstoffsystem (10) einer Brennkraftmaschine, wobei die Druckbegrenzungseinrichtung (56) zwischen einer Hochdruck-Kraftstoffleitung (42) und einer Niederdruck-Kraftstoffleitung (22) angeordnet ist, mit einem Gehäuse (58), mit einem in einer Bohrung (70) des Gehäuses (58) geführten Kolben (72), welcher ab einer bestimmten zwischen Kraftstoffleitung (42) und Niederdruck-Kraftstoffleitung (22) vorhandenen Druckdifferenz diese hydraulisch verbindet, und mit einer Ausgleichskammer (82), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichskammer (82) durch einen in einer Ausgleichsbohrung (110) des Gehäuses (58) geführten Ausgleichskolben (112) begrenzt wird, dass die Ausgleichskammer (82) mit dem Förderraum (60) hydraulisch in Verbindung steht, und dass der Ausgleichskolben (112) so gegen eine Wegbegrenzung (116) vorgespannt ist, dass das Volumen der Ausgleichskammer (82) minimal ist.
11. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen der Ausgleichskammer (82) durch eine Bewegung des Ausgleichskolbens (112) vergrößerbar ist.
12. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsbohrung (110) im Gehäuse (58) angeordnet ist.
13. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach Anspruch

10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsbohrung (110) in einem Pumpenkolben (116) der Kraftstoffpumpe (30) angeordnet ist.

14. Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgleichskolben (112) durch eine Druckfeder (114) gegen die Wegbegrenzung (106, 140) vorgespannt ist. 5
- 10
15. 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 zweiten Kraftstoffpumpe (30), welche eingangsseitig über eine Kraftstoffverbindung (22) mit der ersten Kraftstoffpumpe (20) verbunden ist, und mit einer Druckbegrenzungseinrichtung (56), welche den Druck in einer Kraftstoffverbindung (42, 46) auf der Ausgangsseite der zweiten Kraftstoffpumpe (30) begrenzt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckbegrenzungseinrichtung (56) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet ist. 15
- 20
- 25
16. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Kraftstoffpumpe eine 1-Zylinder-Kolbenpumpe (30) umfasst.
- 30
17. Kraftstoffsystem (10) nach einem der Ansprüche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckbegrenzungseinrichtung (56) an die zweite Kraftstoffpumpe (30) angebaut, vorzugsweise in diese integriert ist. 35

35

40

45

50

55

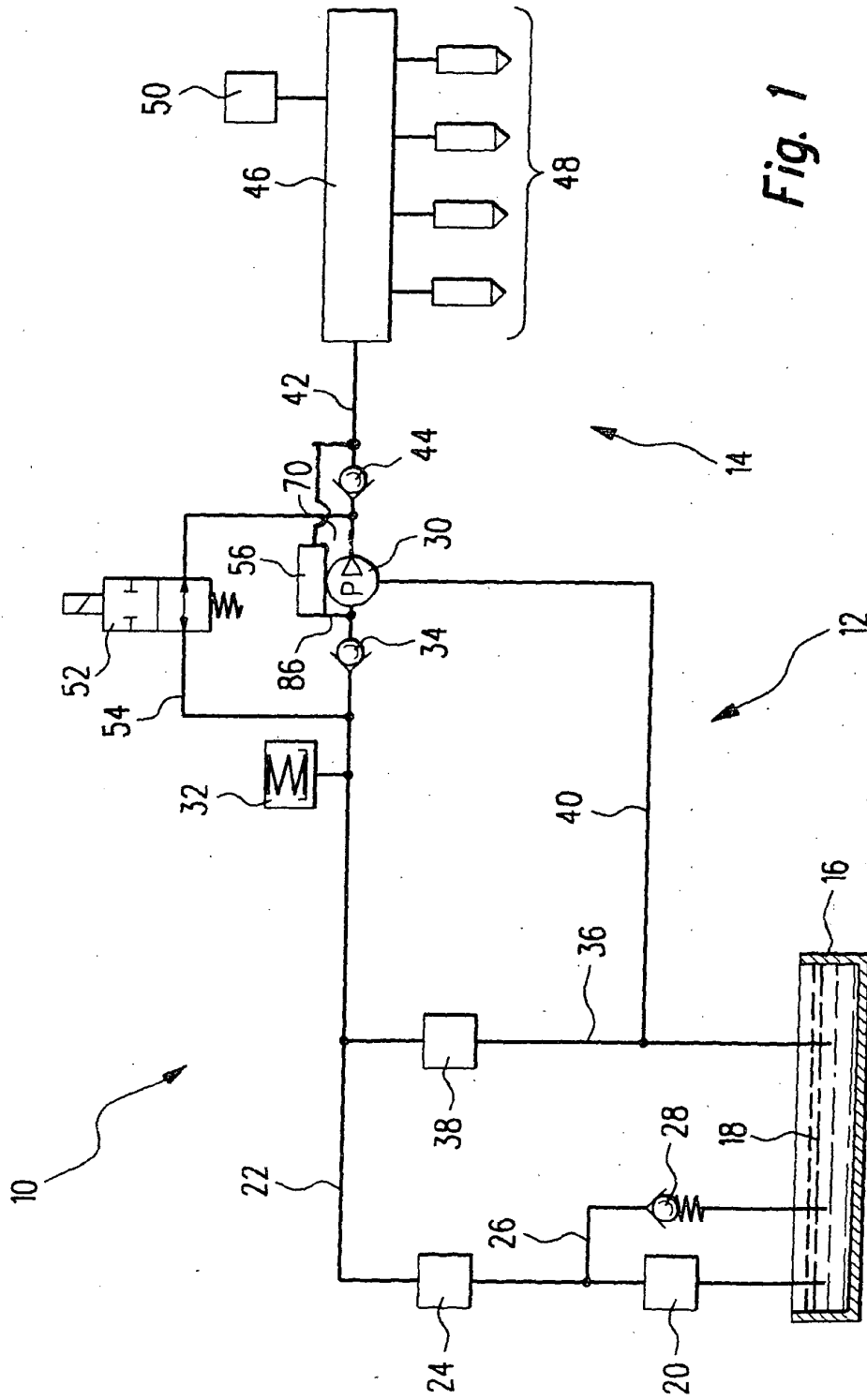


Fig. 1

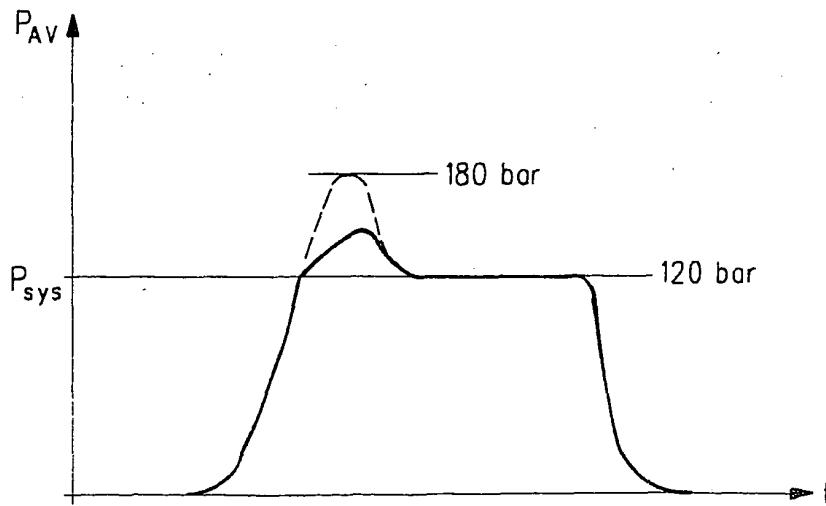
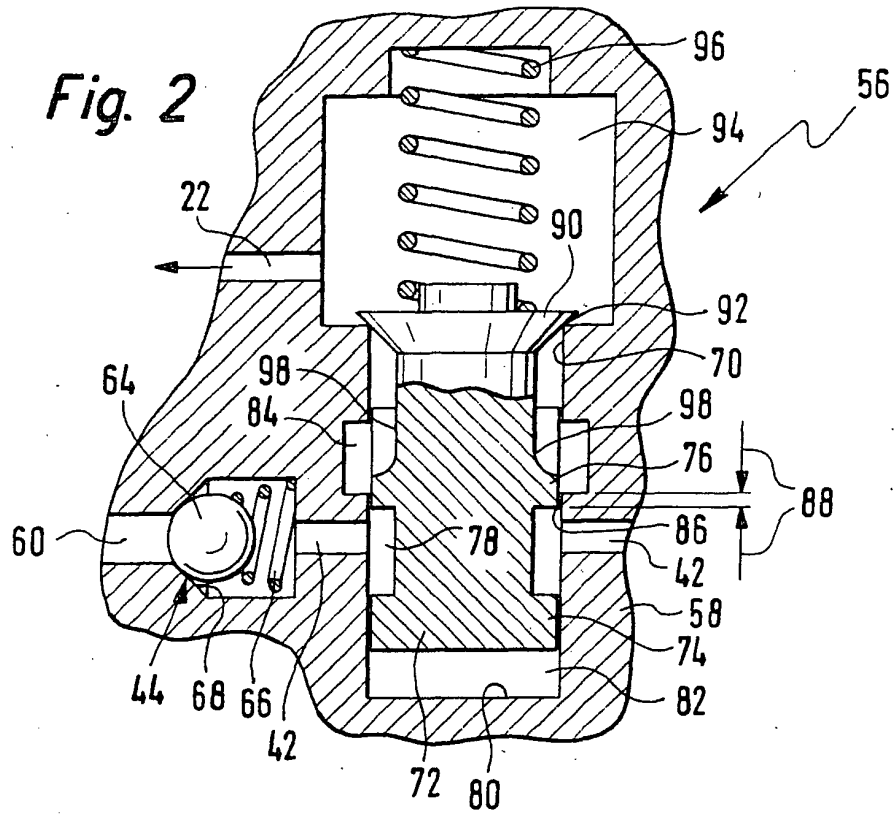


Fig. 3

Fig. 4

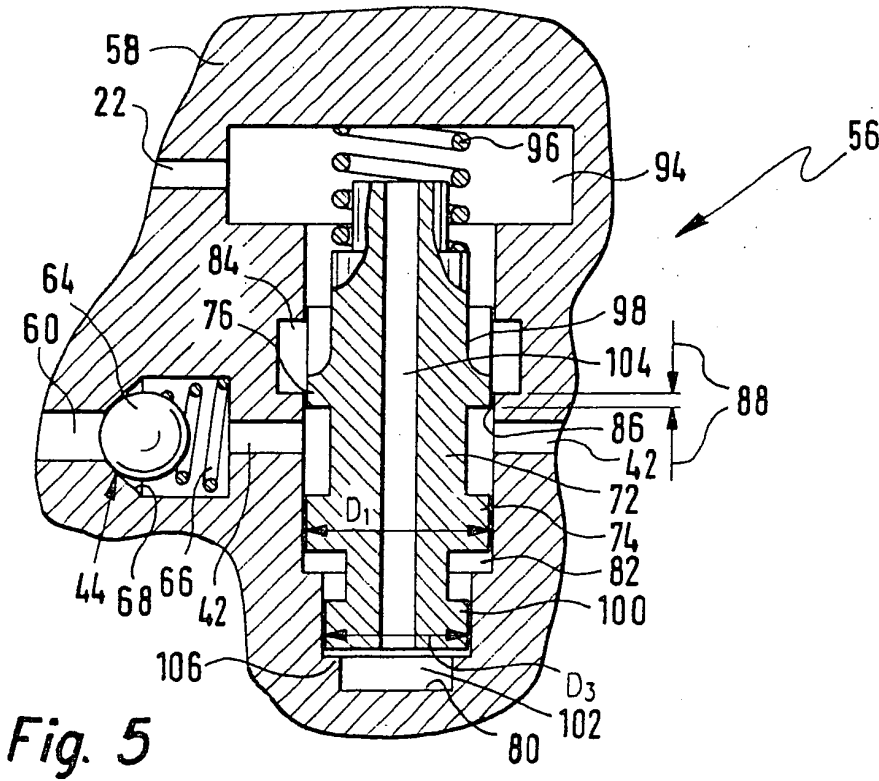
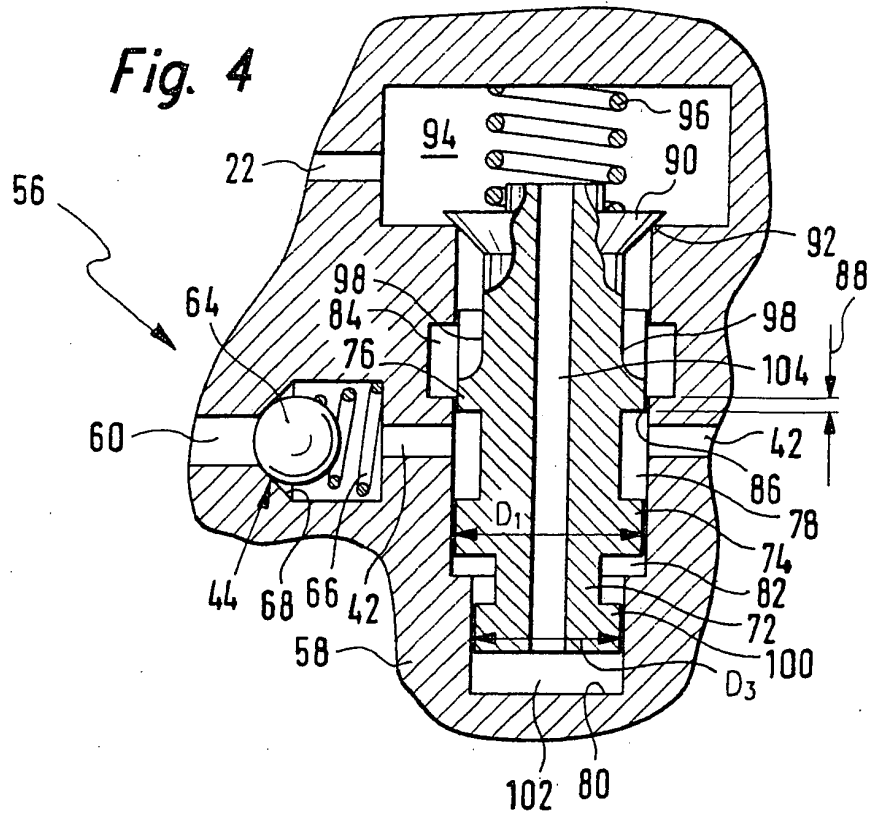


Fig. 5

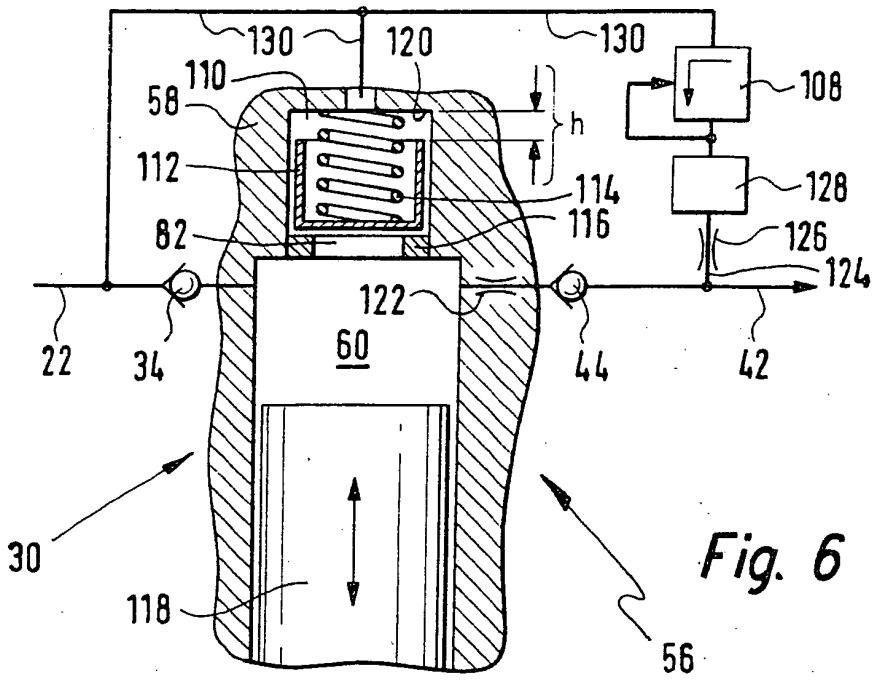


Fig. 6

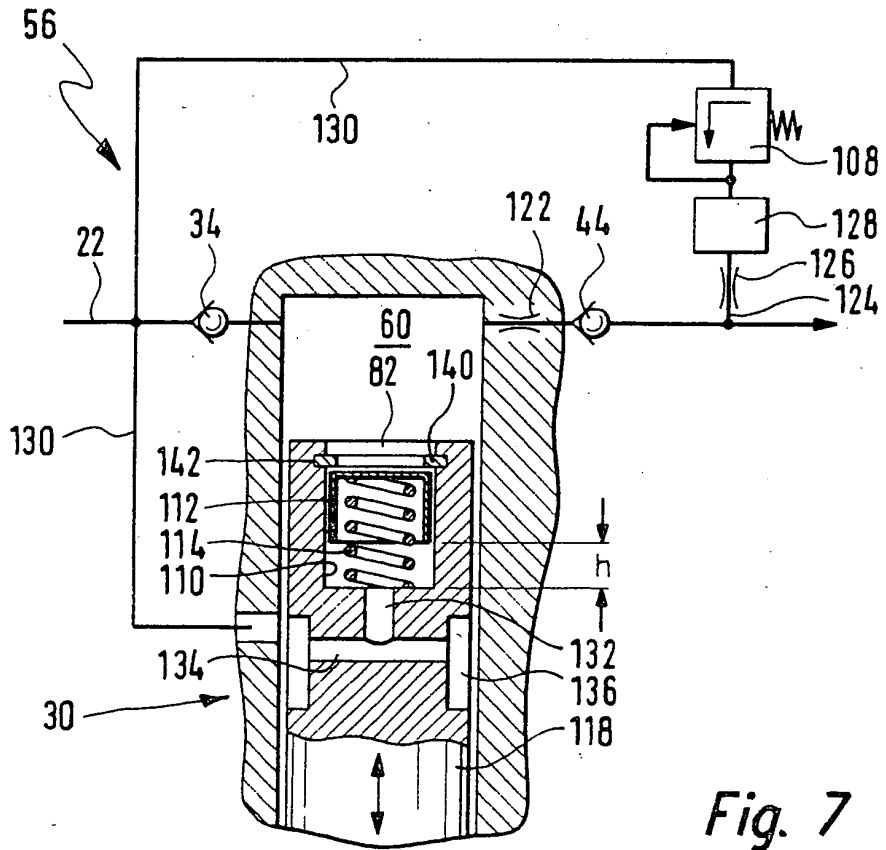


Fig. 7