



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 020 012 A1** 2006.11.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 020 012.5**

(22) Anmeldetag: **27.04.2005**

(43) Offenlegungstag: **09.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F02M 47/00** (2006.01)

(71) Anmelder:
L'Orange GmbH, 70435 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
Wittner & Müller, 73614 Schorndorf

(72) Erfinder:
Scheibe, Wolfgang, Dr.-Ing., 71642 Ludwigsburg, DE; Koch, Hans-Joachim, 72293 Glatten, DE; Ressel, Horst, Dipl.-Ing., 71364 Winnenden, DE; Schrödlen, Günther, 71706 Markgröningen, DE; Slocinski, Holmer, Dipl.-Ing., 74906 Bad Rappenau, DE; Walter, Norbert, 70565 Stuttgart, DE; Wolf, Thorsten, 74847 Obrigheim, DE

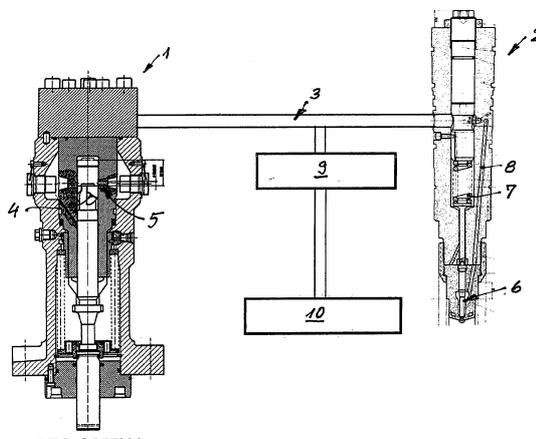
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 27 04 688 C2
US 56 47 536 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kraftstoff-Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Kraftstoff-Einspritzinjektor für Brennkraftmaschinen wird bei Beginn der das Einspritzende einleitenden Druckabsenkung ein Austrittsquerschnitt zur Verbindung zwischen Einspritzpumpe und Einspritzdüse freigegeben, so dass das komprimierte Kraftstoffvolumen rasch abfließen kann und damit einen schnellen Druckabfall ermöglicht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftstoff-Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aufgabenstellung

[0002] Kraftstoff-Einspritzsysteme der vorgenannten Art sind vielfältig bekannt und ermöglichen insbesondere in Verbindung mit sehr hohen Einspritzdrücken grundsätzlich eine sehr feine Zerstäubung des eingespritzten Kraftstoffes, die im Hinblick auf unter Komfort-, Leistungs- und Emissionsaspekten angestrebt wird. Bei absätzig intermittierendem Druckaufbau, wie er sich beispielsweise bei der Nutzung von Kolbenpumpen ergibt, über die Einspritzinjektoren versorgt und bezüglich der Hublage ihrer Düsennadel druckabhängig beaufschlagt werden, schwankt der Förderdruck des von der Pumpe einem Einspritzinjektor jeweils zugeführtem Kraftstoffes aber zwischen einem im Vergleich zu dem hohen Einspritzdruckniveau recht niedrigen Ausgangsniveau, und es muss zum Anfang und zum Ende einer Einspritzung jeweils die Druckdifferenz zwischen Ausgangsdruckniveau und Einspritzdruckniveau überbunden werden, wobei in diesem Übergangsbereich, sobald ein entsprechender Druckaufbau erreicht ist, die Düsennadel angehoben und die Einspritzung freigegeben wird bzw. die Düsennadel abfällt und die Einspritzung beendet. Da das Druckniveau bei Beginn und bei Ende der Einspritzung deutlich unter dem betrieblichen Einspritzdruckniveau liegt, ergibt sich auch eine verschlechterte Kraftstoffaufbereitung, was insbesondere bei Beendigung einer jeweiligen Einspritzung nachteilig ist.

[0003] Dem versucht man dadurch zu begegnen, dass man für den Übergang vom Ausgangsniveau auf Einspritzdruckniveau, und auch umgekehrt, einen möglichst steilen Druckanstieg bzw. Druckabfall anstrebt, wobei solchen Bemühungen pumpenseitig gewisse Grenzen schon dadurch gesetzt sind, dass eine schlagartige Absteuerung der Kraftstoffförderung beim jeweiligen, einer Einspritzung zugeordneten Pumpenhub praktisch nicht möglich ist.

Stand der Technik

[0004] Um trotzdem ein möglichst schlagartiges Schließen der druckbeaufschlagt gegen elastische Abstützung in ihre Öffnungslage angehobenen Düsennadel bei gegen Ende der Einspritzung nur allmählich abfallenden Förderdruck zu erreichen, sind aus dem Stand der Technik verschiedenste Lösungen bekannt, den in dieser Phase noch verhältnismäßig hohen Förderdruck zur zusätzlichen Beaufschlagung der Düsennadel in Schließrichtung zu nutzen, um so die Schließkraft zu erhöhen und die Phase der Einspritzung bei gegenüber der angestrebten Ein-

spritzung auf möglichst hohem Einspritzdruckniveau zu verkürzen (DE 23 01 419 A1, DE 25 00 644 A1, DE 27 60 403 C2, WO 2004/074671 A1).

[0005] Die Erfindung geht im Hinblick auf die gleiche Zielsetzung einen anderen Weg, nämlich bei Beginn der das Einspritzende einleitenden Druckabsenkung vom Einspritzdruckniveau auf das Ausgangsniveau einen Austrittsquerschnitt zwischen der Einspritzpumpe und dem Einspritzinjektor freizugeben, der das komprimierte Kraftstoffvolumen rasch abfließen lässt und somit einen sehr schnellen Druckabfall ermöglicht, ohne dabei in den Pumpenaufbau und/oder in den Injektoraufbau als solchen einzugreifen und ohne durch die diesbezüglich vorgegebenen Grenzen in Bezug auf eine nahezu schlagartige Druckabsenkung vom Einspritzdruckniveau auf das Ausgangsdruckniveau gebunden zu sein.

[0006] Ermöglicht wird dies dadurch, dass ausgehend vom Einspritzdruckniveau im Absteuerbereich der Einspritzung das Absinken des Förderdruckes auf einen vorgegebenen Schwellwert sensiert wird und dass bei Erreichen dieses Schwellwertes über die diesen Schwellwert sensierende Einrichtung auch ein Austrittsquerschnitt zur Förderleitung für die Ableitung des Kraftstoffes aus der Förderleitung aufgesteuert wird, was sich mit baulich verhältnismäßig einfachen Mitteln erreichen lässt, wobei es erfindungsgemäß möglich und vorteilhaft ist, den über den Austrittsquerschnitt aus der Förderleitung abströmenden Kraftstoff zu nutzen, um die Düsennadel zusätzlich in Schließrichtung zu beaufschlagen, so dass einerseits die vom Förderdruck abhängige, auf die Düsennadel in Öffnungsrichtung wirkende Hubkraft reduziert und andererseits die in Gegenrichtung wirkende Schließkraft erhöht wird.

[0007] Der Schwellwert wird im Rahmen der Erfindung auf eine Größe festgelegt, die als Differenz zum Einspritzdruckniveau oberhalb von mit einer Förderdruckreduzierung verbundenen Druckschwankung im normalen Betrieb liegt, wobei die erfindungsgemäß vorgesehene, als Ventilanordnung ausgebildete Sensoreinrichtung derartig gestaltet ist, dass lediglich bei Druckabbau ein Öffnen des Abströmquerschnittes möglich ist.

[0008] Die Gestaltung einer diesbezüglich zu nutzenden und einfachen Ventilanordnung sieht bevorzugt ein beiderseits förderdruckabhängig beaufschlagbares Ventilglied vor, das den Austrittsquerschnitt, der über die Ventilanordnung bei Überschreiten des Schwellwertes aufgesteuert wird, übersteuert, wobei das Ventilglied auf seine Sperrlage zum Austrittsquerschnitt wegbegegrenzt förderdruck- und federbelastet ist und in Gegenrichtung über einen Kraftspeicher zu beaufschlagen ist, der förderdruckabhängig vorgespannt und druckhaltend mit der Förderleitung verbunden ist, so dass bei Abfallen des

Förderdruckes über den Kraftspeicher eine Aufsteuerung des Austrittsquerschnittes erreicht wird. Die förderdruck- und federbelastete Beaufschlagung des Ventilgliedes auf seine Sperrlage ist dabei so auf den das Ventilglied in Gegenrichtung belastenden Kraftspeicher abgestimmt, dass die Speicherkraft erst überwiegt, wenn der Schwellwert überschritten ist, wobei dies dadurch erreicht wird, dass die Vorspannung des Kraftspeichers über den Förderdruck auf einen dem Schwellwert entsprechenden Grenzwert beschränkt ist und die Vorspannung durch die Drosselung nur zeitverzögert der in gleicher Weise der reduzierten Druckbeaufschlagung des Ventilgliedes folgen kann. Die sich dadurch ergebende Gleichgewichtsstörung wird zum Aufsteuern des Austrittsquerschnittes genutzt, so dass auch eine Umsteuerung des Ventilgliedes in die Absperrlage automatisch erfolgt, sobald die Vorspannkraft des Kraftspeichers abgebaut ist.

[0009] Im Rahmen der Erfindung kann der Kraftspeicher dabei auch durch eine hydraulische Feder gebildet sein, da nur sehr kleine Verstellwege nötig sind und da die Druckverhältnisse auch eine Nutzung des bei hohen Drücken elastischen Verhaltens inkompressibler Medien ermöglichen.

[0010] Im Rahmen der Erfindung kann zudem auch die Hubbeweglichkeit der Düsennadel zwischen deren Schließ- und deren Öffnungsstellung genutzt werden, um auf den Freigabezeitpunkt der Verbindung zwischen Förderdruckleitung und Ventilglied bzw. Kraftspeicher Einfluss zu nehmen, wobei insbesondere eine solche Einflussmöglichkeit zweckmäßig ist, um die Druckbeaufschlagung des Kraftspeichers gegenüber der Druckbeaufschlagung des Ventilgliedes verzögert einzuleiten.

[0011] Insgesamt wird durch die Erfindung somit ein vorteilhaftes Kraftstoff-Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Kraftstoff-Einspritzinjektor geschaffen, dem Kraftstoff über eine Förderleitung mit absätzig intermittierendem und im Absteuerbereich der Einspritzung vom Einspritzdruckniveau auf ein Ausgangsniveau abfallendem Förderdruck zugeführt wird und der eine Düsennadel aufweist, die in Richtung auf ihre Schließlage mit sitzseitiger Überdeckung zu zumindest einer Einspritzöffnung elastisch abgestützt und bei in Gegenrichtung überwiegender, förderdruckabhängiger Beaufschlagung in eine die Einspritzöffnung freigebende Öffnungslage verstellbar ist, wobei eine Ventilanordnung vorgesehen ist, die ein beidseitig förderdruckabhängig beaufschlagtes, einen Austrittsquerschnitt übersteuerndes Ventilglied aufweist, das auf seine Sperrlage zum Austrittsquerschnitt einerseits wegbegrenzt förderdruck- und federbelastet ist und das in Gegenrichtung über einen Kraftspeicher zu beaufschlagen ist, der förderdruckabhängig vorgespannt druckhaltend, beispielsweise über eine Drossel und/oder ein Rückschlag-

ventil mit der Förderleitung verbunden ist, derart, dass das Ventilglied bei im Absteuerbereich der Einspritzung über einen Schwellwert abfallenden Förderdruck den Austrittsquerschnitt freigibt, wobei bei Freigabe des Austrittsquerschnittes über das Ventilglied über das Ventilglied laufende Kurzschlussverbindung zwischen der Förderleitung und dem Austrittsquerschnitt zur Reduzierung der Druckbeaufschlagung des Ventilgliedes in Richtung auf seine Sperrlage geschaltet wird.

Ausführungsbeispiel

[0012] Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen. Ferner wird die Erfindung mit weiteren Einzelheiten nachfolgend von Ausführungsbeispielen erläutert.

[0013] Es zeigen:

[0014] [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) Schemaanordnungen eines Kraftstoff-Einspritzsystems für Brennkraftmaschinen mit einem Kraftstoff-Einspritzinjektor und einer mit diesem über eine Förderleitung verbundenen Druckquelle, über die dem Einspritzinjektor Kraftstoff absätzig intermittierend Kraftstoff zugeführt wird, wobei die Druckquelle im Ausführungsbeispiel durch eine konventionell mit Steuerkanten arbeitende Hubkolben-Einzelspritzpumpe gebildet ist und wobei auf den Druckverlauf des pumpenseitig geförderten und über die Förderleitung dem Einspritzinjektor zugeführten Kraftstoffes über Ventilanordnungen Einfluss genommen werden kann, die angeschlossen an die Förderleitung vorgesehen sind und über die in Abhängigkeit von Förderdruck in der Förderleitung Austrittsquerschnitte zur Förderleitung steuerbar sind,

[0015] [Fig. 4](#) eine schematisierte Schnittdarstellung einer ersten Ausführungsform einer derartigen Ventilanordnung,

[0016] [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) wiederum schematisiert, eine weitere Ausführungsform einer solchen Ventilanordnung, und

[0017] [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) eine Ausführungsform, bei der die Ventilanordnung in den Kraftstoff-Einspritzinjektor baulich integriert ist, wobei als Ventilanordnung eine solche beispielsweise dargestellt ist, wie sie anhand der [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) gezeigt und erläutert ist.

[0018] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) veranschaulichen ein Kraftstoff-Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen, das im Gezeigten auf die zum Verständnis wesentlichsten Elemente des im Grundaufbau bekannten Systems beschränkt ist, nämlich eine Einspritzpumpe **1** und einen Einspritzinjektor **2**, dem von der Pumpe **1** über eine Förderleitung **3** Kraftstoff zugeführt wird. Als Einspritzpumpe **1** ist eine bekannte Kolbenpumpe vorgesehen, die den Kraftstoff absätzig inter-

mittierend unter Hochdruck dem Einspritzinjektor **2** zuführt, wobei die von der Pumpe bei jedem Hub geförderte Kraftstoffmenge über das Zusammenspiel von kolbenseitigen Steuerkanten **4** mit zylinderseitig vorgesehenen Versorgungsöffnungen, wie bei **5** angedeutet, gesteuert wird. Über die Förderleitung **3** wird der unter Hochdruck stehende Kraftstoff dem Injektor **2** zugeführt, der seinerseits eine Düsennadel **6** aufweist, die in ihrer Schließlage Einspritzöffnungen absperrt und die auf ihre Schließlage elastisch abgestützt ist, was hier über die Schließfeder **7** veranschaulicht ist. Aus ihrer Schließlage ist die Düsennadel **6** druckbeaufschlagt in Abhängigkeit vom Druck des über die Förderleitung **3** zugeführten Kraftstoffes in eine die Einspritzöffnungen freigebende Öffnungslage entgegen der elastischen Abstützung über die Feder **7** anzuheben.

[0019] Im Hinblick auf eine bestmögliche Zerstäubung des einzuspritzenden Kraftstoffes wird nicht nur mit sehr hohen Förderdrücken gearbeitet, die bis in den Bereich von 1800 bar und darüber hinaus reichen, sondern es wird für die Einspritzung auch angestrebt, dass diese möglichst schlagartig beginnt und endet, was einen möglichst steilen Druckanstieg vom im System jeweils gegebenen Ausgangsdruck auf den Einspritzdruck und insbesondere auch einen entsprechenden steilen Druckabfall am Einspritzende bedingt. Dies, um im Bereich des Öffnungs- und Schließhubes der Düsennadel Einspritzphasen weitmöglichst zu vermeiden, in denen der volle Einspritzdruck noch nicht oder nicht mehr zur Verfügung steht und dementsprechend auch eine schlechtere Kraftstoffvernebelung stattfindet, was insbesondere in der Schließphase kritisch ist, da die Verbrennungsbedingungen aufgrund der in dieser Phase schon sauerstoffarmen Brennraumatmosphäre bereits verschlechtert sind. Es kommt deshalb nicht nur darauf an, dass über die Förderleitung **3**, die sich im Einspritzinjektor **2** über den Kanal **8** bis in den Bereich des sitzseitigen Endes der Düsennadel **6** erstreckt, die Düsennadel **6** im jeweiligen Einspritztakt möglichst schlagartig in Hubrichtung druckbeaufschlagt wird und dass diese Druckbeaufschlagung möglichst schlagartig beginnt und endet. Dies lässt sich pumpenseitig insbesondere beim Absteuern des jeweiligen Förderhubes nur bedingt erreichen, da damit verbundene Drucksprünge sowohl konstruktiv wie auch unter dem Gesichtspunkt der Dampfdruckunterschreitung und daraus resultierenden Kavitationsproblemen nur schwer zu beherrschen sind. Zudem ist durch die von der Pumpe **1** ausgehende und bis zum sitzseitigen Ende der Düsennadel **6** laufende Förderleitung **3** auch ein Speichervolumen bedingt, das in Anbetracht der sehr hohen Drücke, trotz des Druckabfalls gegen das Ende der Einspritzung durch Schließen der Düsennadel, einen schlagartigen Druckabbau und ein schlagartiges Schließen der Düsennadel kaum möglich macht. Es besteht zudem beim Schließen der Düsennadel wegen des bei

Schließende noch anstehenden Druckes die Gefahr von unerwünschten Nacheinspritzungen, bedingt unter anderem auch durch Druckschwankungen.

[0020] Im Hinblick auf die ansatzweise angedeuteten und vielfältig bekannten Probleme derartiger Einspritzsysteme sieht die Erfindung Maßnahmen vor, gegen das Einspritzende einen schlagartigen Abbau des Förderdruckes durch Zugriff auf die Förderleitung **3** zu erreichen, indem, bei Sensierung des gegen das Einspritzende erfolgenden Druckabfalles, ein Austrittsquerschnitt zur Förderleitung freigegeben wird, der – in Ergänzung des konventionellen Einspritzsystems – die Realisierung des Druckabbaues ermöglicht. Hierzu wird eine Ventilanordnung **9** vorgesehen, die die Funktion eines Sensorventiles übernimmt, über das durch Anschluss an die Förderleitung **3** der gegen das Ende der Einspritzung erfolgende Druckabfall vom Einspritzdruckniveau auf das Ausgangsniveau sensiert wird, derart, dass bei Überschreiten eines Schwellwertes ein Austrittsquerschnitt zur Förderleitung **3** freigegeben wird.

[0021] Die Ventilanordnung **9** kann die Verbindung der Förderleitung **3**, wie in [Fig. 1](#) angedeutet, zu einem Tank **10** und/oder zu einem Puffervolumen schalten, wobei dies, wie in [Fig. 2](#) angedeutet, auch unter Zwischenschaltung eines Druckhalteventiles **11** erfolgen kann.

[0022] Die [Fig. 3](#) zeigt eine weitere erfindungsgemäße Lösung, durch die nicht nur das der Förderleitung **3** entnommene Fördervolumen über die Ventilanordnung **9** abgebaut werden kann, sondern dieses Volumen über eine Querverbindung in der Ventilanordnung **9** zum Einspritzinjektor **2** dazu genutzt werden kann, die Düsennadel **6** ergänzend zur Abstützung über die Schließfeder **12** in Richtung auf die Schließlage zu belasten, indem ein entsprechender, rückseitig zur Düsennadel **6** vorgesehener Druckraum beaufschlagt wird. Der Druckraum, hier mit **13** bezeichnet, kann durch den Federraum gebildet sein, der zur Düsennadel **6** hin über einen Kolben begrenzt ist, wobei die Schließfeder **12** ebenfalls gegen diesen Kolben abgestützt sein kann. Im Rahmen der Erfindung liegt es aber auch, den Druckraum separiert zur Schließfeder **7** vorzusehen und die gegen die Schließfeder **7** gegebene Abgrenzung des Druckraumes als Abstützung für die Schließfeder zu nutzen, über die druckabhängig die Schließfeder Spannung variiert werden kann, wobei der Kolben zusätzlich gegen die Düsennadel **6** in seinem Verschiebeweg anschlagbegrenzt sein kann.

[0023] Ausgestaltungsformen einer Ventilanordnung **9** zeigen die [Fig. 4](#) sowie [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#), wobei die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#), in Gegensatz zu den Schemadarstellungen gemäß [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) die Ventilanordnung **9** nicht in einer Abzweigung zur Förderleitung **3** liegend zeigen, sondern ähnlich einer

Bypassanordnung parallel geschaltet zur Förderleitung **3**.

[0024] Bezogen auf die Förderleitung **3** und deren über die Pfeile **17** angedeutete Durchströmungsrichtung weist die Ventilanordnung **9** Leitungsanschlüsse **18** und **19** zur Förderleitung **3** auf, wobei über den Leitungsanschluss **18** der Zulauf auf ein Ventilglied **20** erfolgt, das einen Austrittsquerschnitt **21** übersteuert und das auf seine Schließlage zum Austrittsquerschnitt **21** feder- und förderdruckbelastet ist. Die Federbelastung erfolgt über eine Feder **22**, die sich gegen das Ventilglied **20** sowie gegen ein Kolbenelement **23** abstützt, wobei das Kolbenelement **23** eine Aufnahmekammer für die Feder **22** bildet und seinerseits wegbegrenzt gegen das Ventilglied **20** abgestützt ist, das in Öffnungsrichtung, das heißt gegen die Feder **22** und das Kolbenelement **23** aufzustoßen ist. Das Ventilglied **20** ist im Ausführungsbeispiel als Ventil mit kegeliger Sitzfläche gestaltet, kann aber auch als Tauchkolben ausgebildet sein und kann seinerseits über eine Stütze **24** von einem Kraftspeicher **25** in Richtung auf seine Öffnungslage beaufschlagt werden.

[0025] Der Kraftspeicher **25** ist durch ein in einer Federkammer **26** liegendes Federelement **27** als Zuhaltfeder gebildet, das als Schraubenfeder gestaltet ist und endseitig gegen Endstücke **28**, **29** abgestützt ist, von denen das Endstück **28** die Stütze **24** beaufschlagt. Das gegenüberliegende Endstück **29** bildet einen Kolben **30**, der in der Federkammer **26** einen Druckraum **31** abgrenzt, auf den der Leitungsanschluss **19** mündet, in dem eine Drossel **32** und/oder, was hier nicht gezeigt ist, ein in Richtung auf die Förderleitung **3** sperrendes Rückschlagventil liegt. Der gegen das Federelement **27** abgestützte Kolben **30** ist in Kompressionsrichtung des Federelementes **27** über einen Anschlag **33** wegbegrenzt verschiebbar und wird mit steigendem Druck in Richtung auf den Anschlag verschoben. Da gegenüberliegend das Ventilglied **20** ebenfalls druckbeaufschlagt ist und bezogen auf eine gleiche Druckbeaufschlagung des Kolbens **30** und des Ventilgliedes **20** durch die Auslegung der Flächen und die Abstimmung der Federn die Schließlage des Ventilgliedes **20** sichergestellt ist, ist einerseits über die anschlagbegrenzte, druckabhängige Verschiebung des Kolbens **30** ein Schwellwert für die druckabhängige Erhöhung der Spannung des Federelementes **27** gegeben, andererseits aber durch diesen Schwellwert auch festgelegt, wann das Ventilglied **20** bei Druckabfall vom Kraftspeicher **25** in seine Öffnungslage verlagert wird.

[0026] Bei Druckabfall in der Förderleitung ergibt sich zwar eine unmittelbare Reduzierung der Druckbeaufschlagung des Ventilgliedes **20**, über die Drossel **32** und/oder ein entsprechendes Rückschlagventil wird aber der Druck im Druckraum **31** zunächst ge-

halten und kann sich nur verzögert dem Druck in der Förderleitung **3** anpassen. Infolgedessen wird bei den Schwellwert überschreitendem Druckabfall über die Stütze **24** das Ventilglied **20** verschoben und in seine Öffnungslage gedrängt, in der der Austrittsquerschnitt **21** aufgesteuert wird, so dass kurzzeitig eine Kurzschlussverbindung zwischen dem Austrittsquerschnitt **21** und der Förderleitung **3** geschaltet ist, über die Kraftstoff aus der Förderleitung über den Austrittsquerschnitt **21** austreten kann. Nach Angleichung des beidseitig anstehenden Druckes geht das Ventilglied **20** wieder in seine Ausgangslage zurück und es ist der Austrittsquerschnitt **21** wieder gesperrt. Im Bezug auf die genannten Funktionen ist zu berücksichtigen, dass die Stellwege sowohl des Ventilgliedes **20** wie auch des Kolbens **30** sehr klein sind, also beispielsweise im Bereich um einen Millimeter liegen und dass Druckveränderungen in einem geschlossenen System über nur kleine Mengenänderungen des Druckmediums zu erreichen sind, entsprechend der geringen druckabhängigen Kompressibilität flüssiger, inkompressibler Medien wie Kraftstoff.

[0027] [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) zeigen eine weitere Ausgestaltung der Ventilanordnung **9**, wobei als Kraftspeicher **34** nunmehr eine hydraulische Feder vorgesehen ist. Die Änderungen im Aufbau der Ventilanordnung **9** gemäß [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) beschränken sich im Wesentlichen auf Änderungen, die durch die andere Art des Kraftspeichers **34** – im Vergleich zur Gestaltung gemäß [Fig. 4](#) – bedingt sind. Von der Förderleitung **3** sind Leitungsanschlüsse **35**, **36** abgezweigt, von denen der Leitungsanschluss **35** auf eine Kammer **37** mündet, die über das Ventilglied **38** gegen den Austrittsquerschnitt **21** absperrbar ist. Das Ventilglied **38**, das wiederum als Tauch- oder Sitzventil ausgebildet sein kann, ist auf seine dargestellte Schließlage über eine in der Kammer **37** angeordnete Feder **39** sowie auch druckabhängig entsprechend dem in der Leitung **3** gegebenen Förderdruck beaufschlagt. In Gegenrichtung ist das Ventilglied **38** über eine Stütze **40** gegen den Kraftspeicher **34** abgestützt, der in nicht näher dargestellter Weise als hydraulische Feder gestaltet ist. Der Kraftspeicher **34** steht über eine Drossel/Rückschlagventilanordnung **41** mit dem Leitungsanschluss **36** in Verbindung, wobei der Zulauf auf den Kraftstoffspeicher **34** über, wie [Fig. 6](#) zeigt, über ein Rückschlagventil **42** und eine Drosselbohrung **43** als ein erstes Drosselglied erfolgt. Das Rückschlagventil **42** ist durch eine auf die Sperrlage über eine Feder **44** belastete Ventilplatte **45** gebildet, die als zweites Drosselglied eine Drosselbohrung **46** vorsieht, wobei die das erste Drosselglied bildende Drosselbohrung **43** einen größeren Querschnitt aufweist als die das zweite Drosselglied bildende Drosselbohrung **46** in Ventilplatte **45**, die über die Feder **44** auf ihre Sperrlage zum Leitungsanschluss **36** belastet ist. Zweckmäßigerweise bildet die die Feder **44** aufnehmende Federkammer **47** eine

Durchgangsverbindung zwischen dem Leitungsanschluss **36** und der hydraulischen, den Kraftspeicher **34** bildenden Feder, über die druckabhängig die Stütze **40** verstellbar ist.

[0028] In der dargestellten Ausgangslage befindet sich, wie auch bei der Ausgestaltung gemäß [Fig. 4](#), das Ventilglied **38** in seiner den Durchgang zwischen der Förderleitung **3** und dem Austrittsquerschnitt **21** sperrenden Lage. Das Ventilglied **38** und die Stütze **40** liegen aneinander an, die druck- und federabhängige Beaufschlagung des Ventilgliedes **38** in Richtung auf die Schließlage ist größer als die auf das Ventilglied **38** über den Kraftspeicher **34** ausgeübte Kraft, wobei die Schließlage für das Ventilglied **38** gleichzeitig eine dessen Verschiebung in Richtung auf den Kraftspeicher **34** begrenzende Anschlaglage für das Ventilglied **38** bildet. Ergibt sich bezüglich des Förderdruckes in der Förderleitung **3** ein Druckabfall, wie er bei störungsfreiem Betrieb des Kraftstoff-Einspritzsystems in der Größe, ungeachtet aller Druckschwankungen, nur in Absteuerbereich der Einspritzung auftritt, so ist über die Ventilanordnung ein Schwellwert festgelegt, bei dem über das Ventilglied **38** eine Kurzschlussverbindung zwischen der Förderleitung **3** und dem Austrittsquerschnitt geschaltet ist, die über das Ventilglied **38** läuft. Dies kommt dadurch zustande, dass der Kraftspeicher mit einem Druck aufgeladen ist, der dem in der Ausgangslage gegebenen Einspritzdruckniveau entspricht. Der zu sensierende Druckabfall hat einen Rückgang der druckabhängigen Beaufschlagungskraft für das Ventilglied **38** in Richtung auf dessen Schließlage zur Folge. Der Kraftspeicher **44** eilt bezüglich des Druckabbaues aber nach, da über die Drosselbohrung **46** als zweites Drosselglied nur ein verzögerter Druckabbau möglich ist, so dass die auf das Ventilglied **38** über den Kraftspeicher **34** in Öffnungsrichtung ausgeübte Kraft größer ist als die bezogen auf den als Schwellwert festgelegten niedrigen Druck, so dass die Kurzschlussverbindung kurzzeitig aufgestoßen ist.

[0029] [Fig. 7](#) zeigt eine zweckmäßige Sitzausbildung für das Ventilglied **38** im Zulauf auf den Austrittsquerschnitt **21** und veranschaulicht, dass über den Winkel zwischen dem Schließkegel **65** des Ventilgliedes **38** und den Winkel des gehäuseseitigen Sitzkonus **66** die Größe der druckseitigen Beaufschlagungsfläche des Ventilgliedes im Verhältnis zum Kraftspeicher **34** abgestimmt werden kann.

[0030] [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) veranschaulichen eine Ventilanordnung **9**, die in ihrem funktionalen Aufbau jener gemäß [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) entspricht, weswegen diesbezüglich auch gleiche Bezugszeichen Verwendung finden wie in der Ausgestaltung gemäß [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) und auf die dortigen Ausführungen Bezug genommen wird. Durch die Integration in den Einspritzinjektor **2** ist aus Bauraumgründen aber eine Aufteilung auf zwei zueinander parallele Bohrungs-

bereiche **48, 49** zweckmäßig. Die Düsenadel **6** ist in einem endseitig die Spritzlöcher enthaltenden Düsenhals **64** angeordnet und geführt, der über eine Zwischenplatte **50** gegen Gehäuseteil **51** verspannt ist, an den ein weiterer Gehäuseteil **53** anschließt, der die die Düsenadel **6** in Schließrichtung beaufschlagende Schließfeder **54** aufnimmt. Ausgehend von der Anschlussebene der zwischen Platte **50** an den Düsenhals **49** erstrecken sich die Bohrungen **48** und **49**, die an ihrem von der Zwischenplatte **50** abgelegenen Ende, wie nur angedeutet, über einen Kanal **56** verbunden sind und die in ihrem der Zwischenplatte **50** zugehörigen Teilbereich die Drossel bzw. Rückschlaganordnung **41** und das Ventilglied **38** aufnehmen, wobei auf die Zwischenplatte **50** im Überdeckungsbereich zu den Bohrungen **48** und **49** den Leitungsanschlüssen **35, 36** in [Fig. 5](#) entsprechende Leitungsanschlüsse **57, 58** ausmünden, die mit dem die Druckschulter **59** der Düsenadel **6** umschließenden Druckraum **60** in Verbindung stehen.

[0031] Hierbei mündet der Kanal **57** im Überdeckungsbereich zur Führung **61** für die Düsenadel **6** auf die entsprechende Führungsbohrung **62** aus, und zwar bezogen auf die Schließstellung der Düsenadel **6** derart, dass beim Anheben der Düsenadel **6** der Kanal **57** mit dem Druckraum **60** in eine offene Verbindung gelangt, die beim Schließen der Düsenadel **6** wieder abgesteuert wird. Dadurch lässt sich eine bezogen auf den Druckaufbau verzögerte Beaufschlagung des Kraftspeichers **34** erreichen, der in der Bohrung **49** gegenüberliegend zum Ventilglied **38** angeordnet ist und mit diesem in der gemäß [Fig. 5](#) geschilderten Weise zusammenarbeitet. Über das Ventilglied **38** wird der Austrittsquerschnitt **21** aufgesteuert wird, der vorliegend einem Kanal **63** zugeordnet ist, der auf einen Rückraum zur Düsenadel **6** mündet und im Sinne der Ausgestaltung gemäß [Fig. 3](#) die Düsenadel überlagert zur Wirkung der Schließfeder **54** in Schließrichtung druckbeaufschlagt. Damit ist für den Kraftspeicher **34** ein verzögerter Druckaufbau in der Anfangsphase der Einspritzung erreichbar, was vorteilhaft sein kann, um durch Druckschwankungen in der Anfangsphase der Einspritzung beim Aufbau des die Düsenadel öffnenden Druckes ein Aufstoßen des Ventilgliedes zu vermeiden.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Kraftstoff-Einspritzinjektor, dem Kraftstoff über eine Förderleitung mit absätzig intermittierendem und im Absteuerbereich der Einspritzung vom Einspritzdruckniveau auf ein Ausgangsniveau abfallendem Förderdruck zugeführt wird und der eine Düsenadel aufweist, die in Richtung auf ihre sitzseitige Schließlage mit Überdeckung zu zumindest einer Einspritzöffnung elastisch abgestützt und bei in Gegenrichtung überwiegender, förder-

druckabhängiger Beaufschlagung in eine die Einspritzöffnung freigebende Öffnungslage verstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Absteuerbereich der Einspritzung nach Absinken des Förderdruckes vom Einspritzdruckniveau auf einen vorgegebenen Schwellwert ein die Ableitung von Kraftstoff aus der Förderleitung (3) freigebender Austrittsquerschnitt (21) zur Förderleitung (3) aufzusteuern ist.

2. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der über den Austrittsquerschnitt (21) aus der Förderleitung (3) abströmende Kraftstoff die Düsenadel (6) in Schließrichtung beaufschlagend abgeführt wird.

3. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der über den Austrittsquerschnitt (21) aus der Förderleitung (3) abströmende Kraftstoff gegen ein Druckhalteventil (11) abgeführt wird.

4. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der über den Austrittsquerschnitt (21) aus der Förderleitung (3) abströmende Kraftstoff gegen ein Puffervolumen abgeführt wird.

5. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der über den Austrittsquerschnitt (21) aus der Förderleitung (3) abströmende Kraftstoff auf einem Tank (10), insbesondere auf den Rücklauf des Einspritzsystems abgeführt wird.

6. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Austrittsquerschnitt (21) einer Ventilanordnung (9) zugeordnet ist, die ein beiderseits förderdruckabhängig beaufschlagbares Ventilglied (20; 38) aufweist, das den Austrittsquerschnitt (21) übersteuert und das auf seine Sperrlage zum Austrittsquerschnitt (21) einerseits wegbegrenzt förderdruck- und federbelastet ist und das in Gegenrichtung über einen Kraftspeicher (25; 34) zu beaufschlagen ist, der förderdruckabhängig vorgespannt druckhaltend mit der Förderleitung (3) verbunden ist, derart, dass das Ventilglied (20; 38) bei im Absteuerbereich der Einspritzung über den Schwellwert abfallendem Förderdruck den Austrittsquerschnitt (21) freigibt.

7. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei Freigabe des Austrittsquerschnittes (21) über das Ventilglied (20; 38) eine über das Ventilglied (20; 38) laufende Kurzschlussverbindung zwischen der Förderleitung (3) und dem Austrittsquerschnitt (21) geschaltet ist, die unter Reduzierung des Förderdruckes und der Druckbeaufschlagung des Ventilgliedes (20; 38) in Richtung auf seine Sperrlage über das Ventilglied (20; 38) läuft.

8. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung (9) der Förderleitung (3) in Übergang zwischen deren Anschluss an die Druckquelle (Einspritzpumpe 1) und den Einspritzinjektor (2) zugeordnet ist.

9. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung (9) einer Abzweigung der Förderleitung (3) zugeordnet ist.

10. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilanordnung (9) in den Einspritzinjektor (2) integriert ist.

11. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (20) über eine Zuhaltfeder (22) und förderdruckabhängig auf seine anschlagbegrenzte Schließlage belastet ist.

12. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (20) als Sitzventil ausgebildet und die Zuhaltfeder (22) in einer Federkammer angeordnet ist.

13. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftspeicher (25) durch einen Federspeicher gebildet ist.

14. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Federspeicher in Richtung auf seine Abstützung gegen das Ventilglied (20) förderdruckabhängig vorgespannt ist.

15. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Federspeicher (25) ein Federelement (27) als Andrückfeder aufweist, die über einen förderdruckabhängig zu beaufschlagenden Endstück (29) als Andrückkolben zu spannen ist.

16. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das als Andrückkolben dienende Endstück (29) in einer das Federelement (27) als Andrückfeder aufnehmenden Federkammer (26) geführt ist und zu dieser Federkammer (26) einen Druckraum (31) abgrenzt, der mit der Förderleitung (3) druckhaltend verbunden ist.

17. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass in der Zuleitung von der Förderleitung (3) auf den Druckraum als druckhaltendes Element eine Drossel (32) vorgesehen ist.

18. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Lei-

tungsabschnitt (19) von der Förderleitung (3) auf den Druckraum (31) ein in Richtung auf die Förderleitung (3) sperrendes Rückschlagventil vorgesehen ist.

19. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschiebeweg des als Andrückkolben vorgesehene Endstück (29) in Spannrichtung des als Andrückfeder vorgesehene Federelementes (27) anschlagbegrenzt ist.

20. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftspeicher (34) durch eine hydraulische Feder gebildet ist.

21. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Feder ein Federvolumen aufweist, das auf das Ventili-glied abgestützt ist.

22. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Federvolumen der hydraulischen Feder über eine Zulauf-drossel (Drosselbohrung 43) an die Förderleitung angeschlossen ist.

23. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass im Zulauf von der Förderleitung (3) auf die Zulaufdrossel (Drosselbohrung 43) ein gegen die Förderleitung (3) sperrendes Rückschlagventil (42) vorgesehen ist.

24. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückschlagventil (42) mit einer Rücklaufdrossel (Drosselbohrung 46) versehen ist.

25. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Rücklaufdrossel durch eine in einer Ventilplatte (45) vorgesehene Drosselbohrung (46) gebildet ist und dass die Ventilplatte (45) auf ihre Sperrlage federnd abgestützt ist.

26. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Zulaufdrossel (Drosselbohrung 43) einen größeren Querschnitt als die Rücklaufdrossel (Drosselbohrung 46) aufweist.

27. Kraftstoff-Einspritzsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung der Förderleitung (3) zum Kraftspeicher (34) der Ventilanordnung (9), über den das Ventili-glied (38) in Richtung auf seine den Austrittsquerschnitt (21) freigebende Lage belastbar ist, in Abhängigkeit von der Stellung der Düsen-nadel (6) steuerbar ist.

28. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungslei-

tung zum Kraftspeicher (34) einen im Überdeckungs-bereich zur Düsen-nadel (6) liegenden Leitungsquer-schnitt aufweist, der in Abhängigkeit von der Hubstel-lung der Düsen-nadel (6) gesperrt oder freigegeben ist.

29. Kraftstoff-Einspritzsystem nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass der förderleitungs-seitige Eintrittsquerschnitt der Verbindungsleitung zum Kraftspeicher (34) von der Düsen-nadel (3) übersteuert ist und in Hubrichtung der Düsen-nadel (3) nahe dem die Druckschulter (59) der Düsen-nadel (6) umgebenden Druckraum (60) liegt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

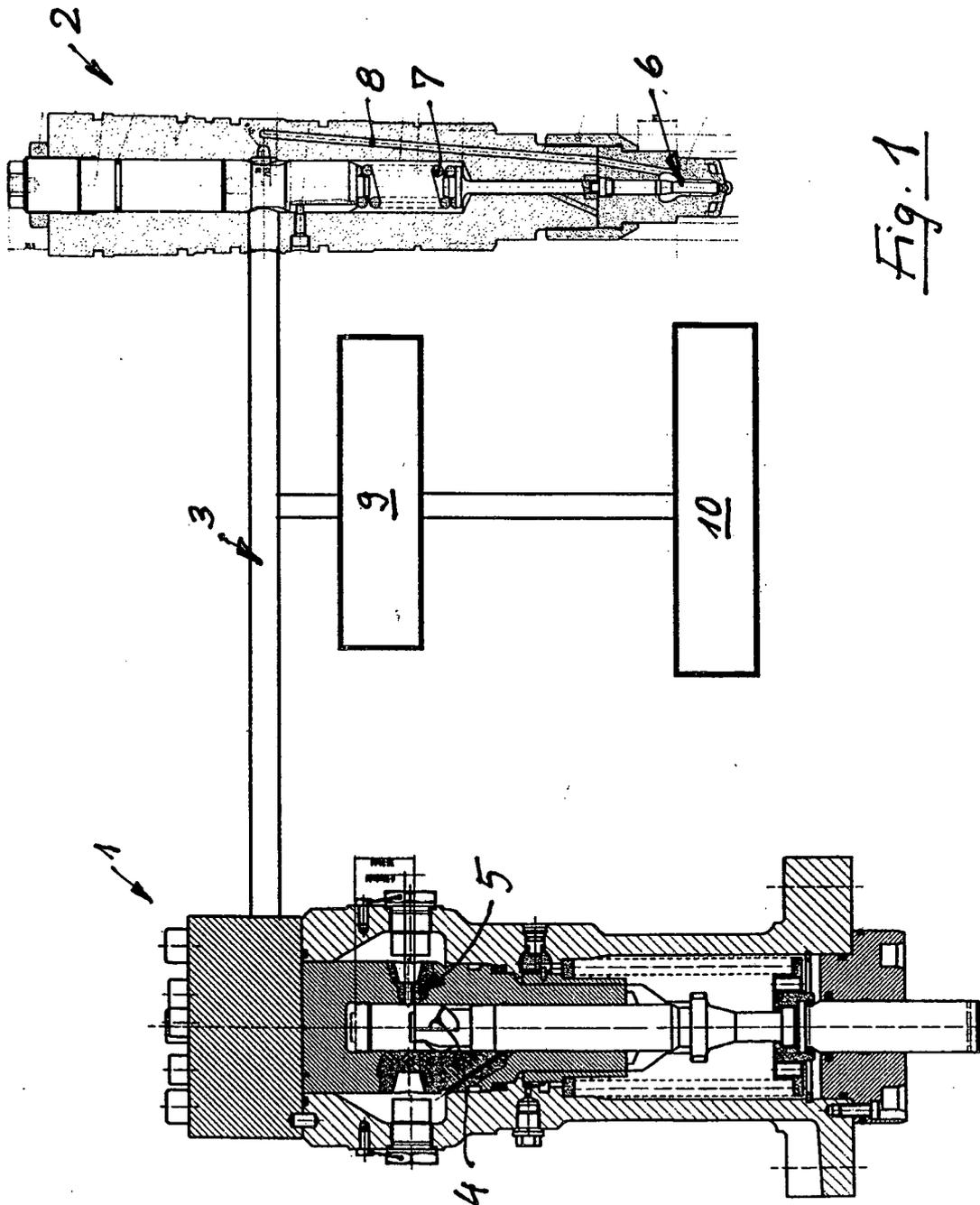
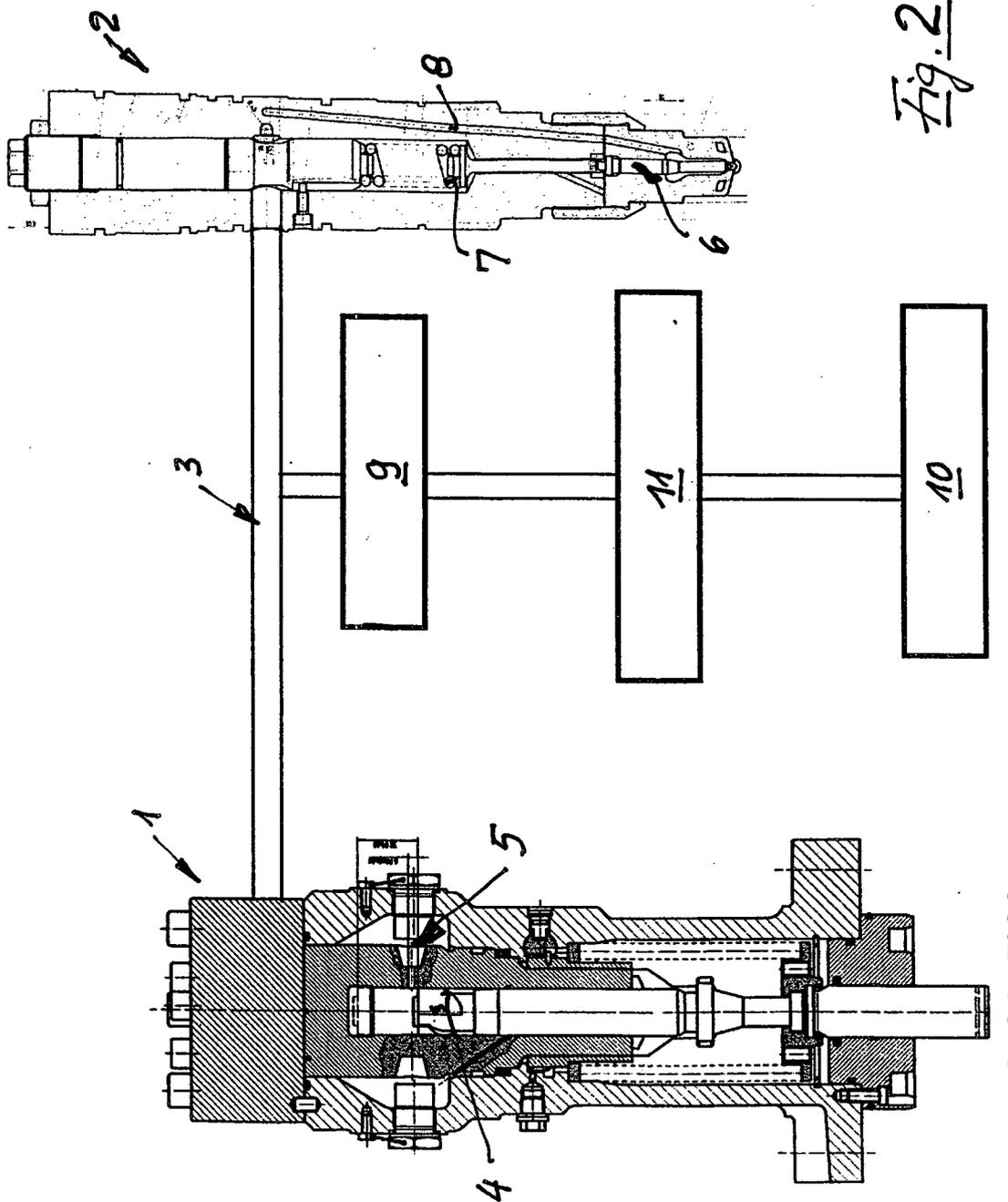


Fig. 1



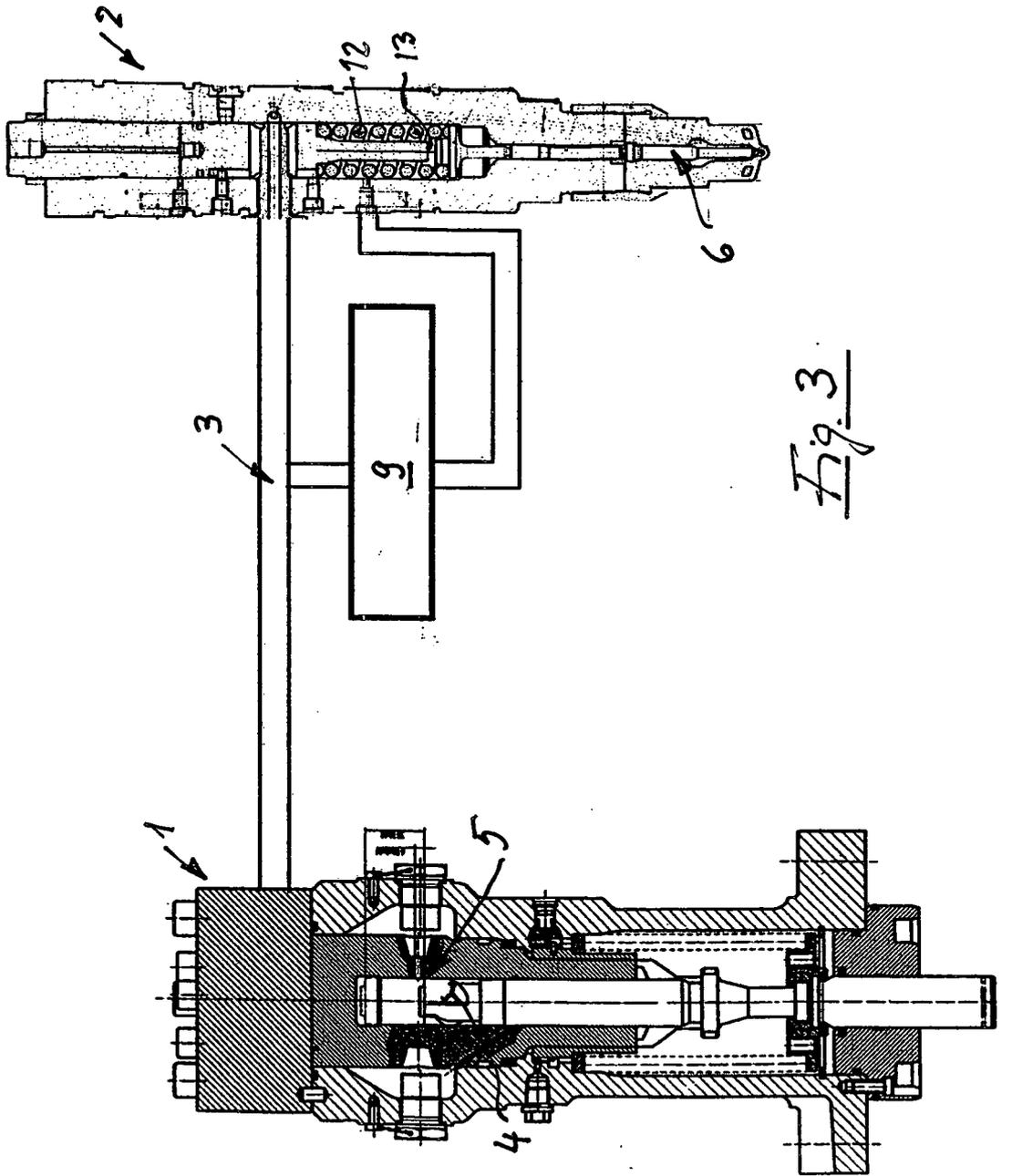


Fig. 3

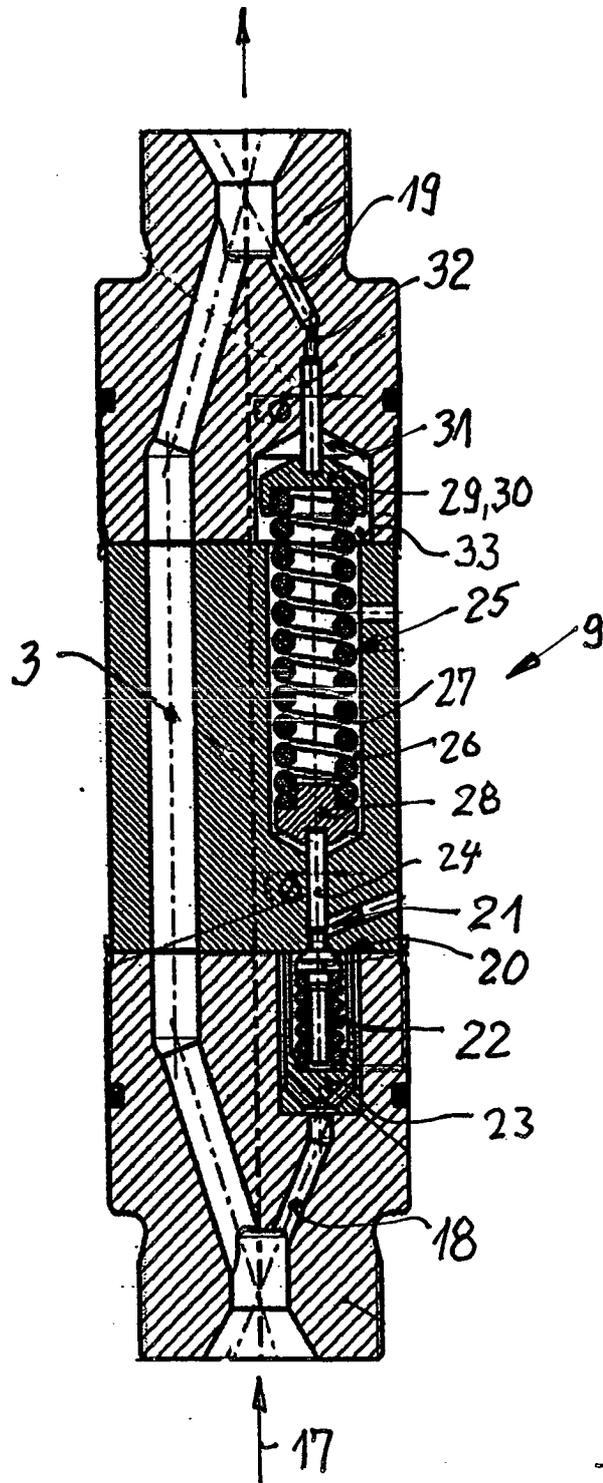


Fig. 4

Fig. 5

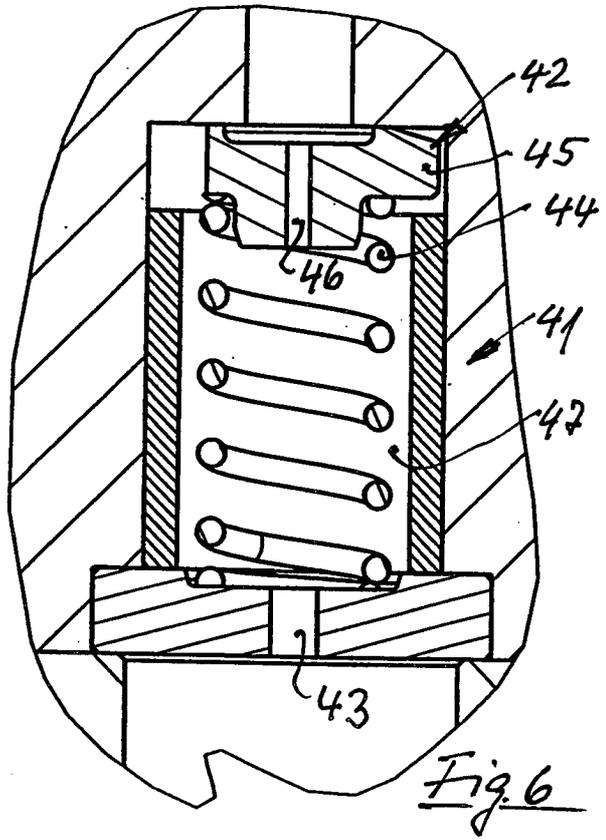
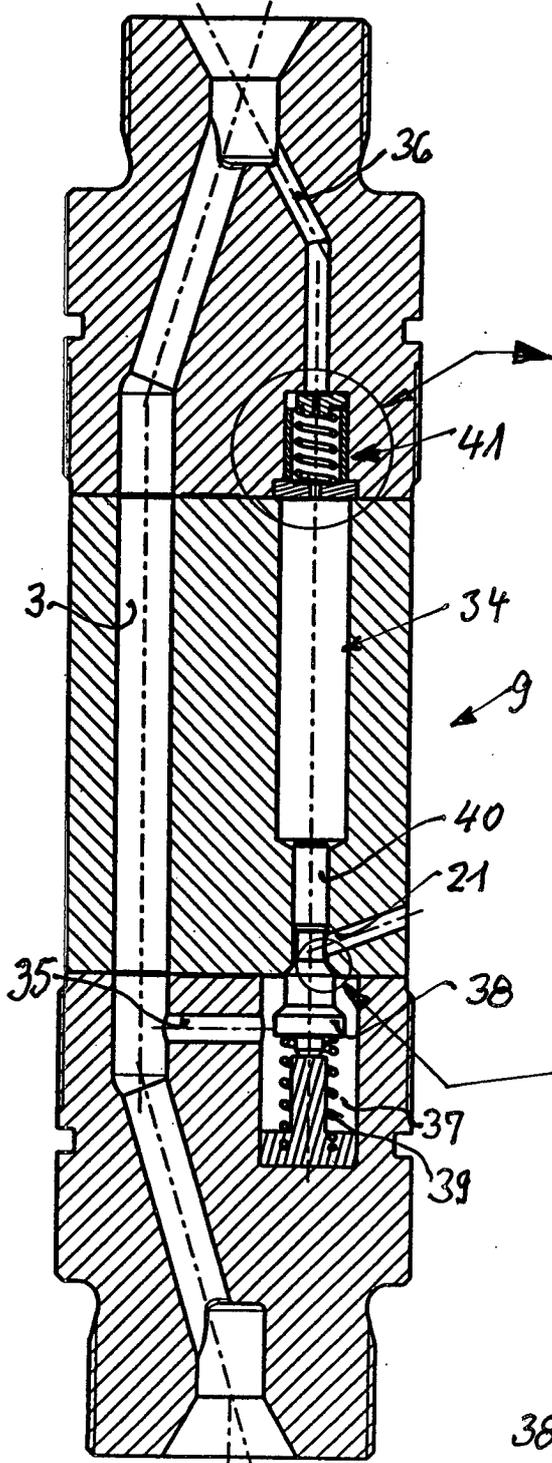
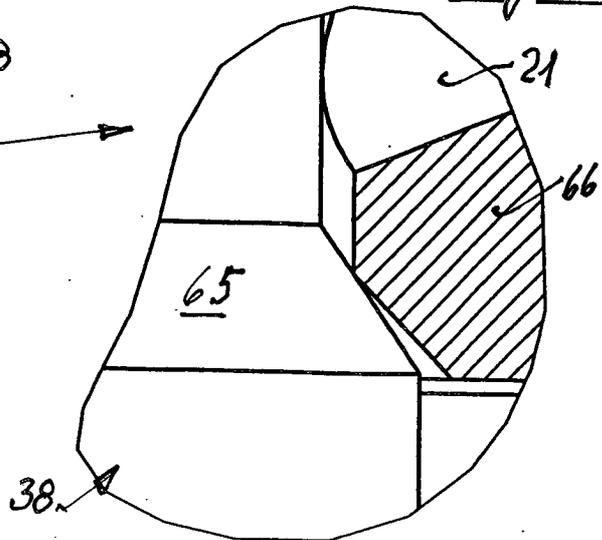


Fig. 6

Fig. 7



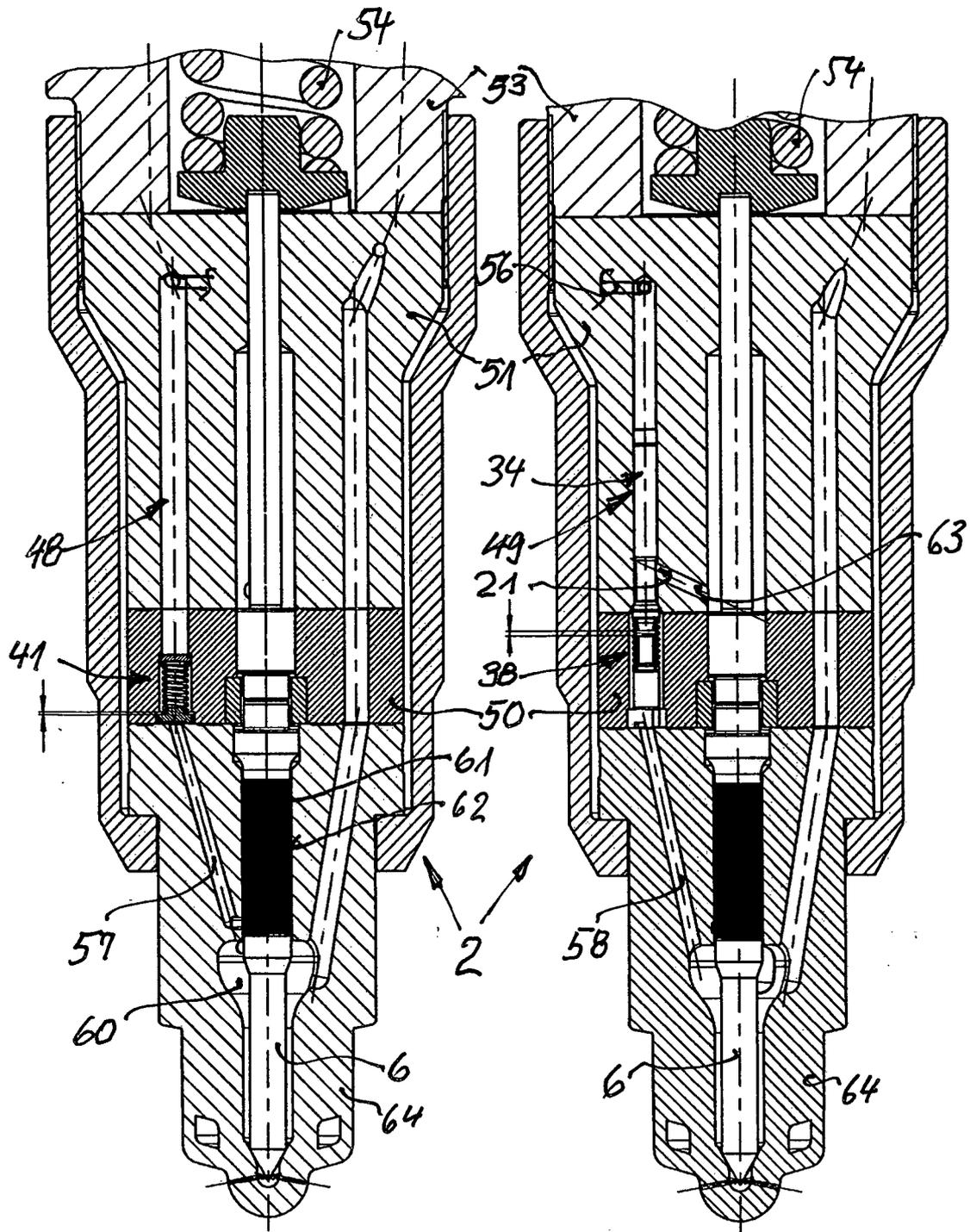


Fig. 8

Fig. 9