



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 196 25 698 B4 2005.09.22**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **196 25 698.4**
 (22) Anmeldetag: **27.06.1996**
 (43) Offenlegungstag: **02.01.1998**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **22.09.2005**

(51) Int Cl.7: **F02M 43/00**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

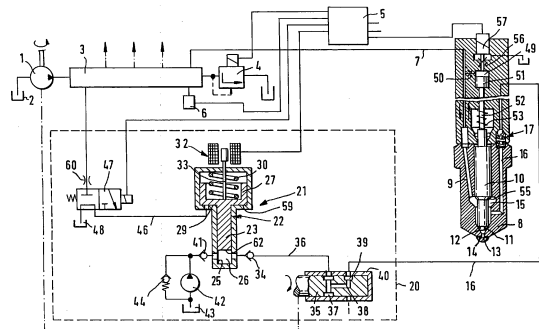
(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 44 07 052 C1
DE 43 41 739 C1
DE 44 25 339 A1

(72) Erfinder:
Rembold, Helmut, Dipl.-Ing., 70435 Stuttgart, DE;
Teegen, Walter, Dipl.-Ing. (FH), 71336 Waiblingen,
DE

(54) Bezeichnung: **Einspritzeinrichtung zum kombinierten Einspritzen von Kraftstoff und Zusatzflüssigkeit**

(57) Hauptanspruch: Einspritzeinrichtung zum kombinierten Einspritzen von Kraftstoff und einer Zusatzflüssigkeit, insbesondere Wasser, in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil (8), das einen einer Einspritzöffnung (14), die durch ein Ventilielid (10) gesteuert wird, vorgelagerten Druckraum (15) aufweist, der über eine Druckleitung (7) mit einer Kraftstoffhochdruckquelle (1, 3) verbunden ist, und als Kraftstoffhochdruckquelle eine Hochdruckförderpumpe (1) vorgesehen ist, die einen Hochdruckspeicher (3) versorgt, in dem ein bestimmter Kraftstoffhochdruck eingestellt wird, mit einer ein Steuerventil in Form eines elektrisch gesteuerten Ventils (57) aufweisenden Einspritzmengensteuereinrichtung, wobei durch das elektrisch gesteuerte Ventil (57) ein das Ventilielid (10) in Schließrichtung beaufschlagender Steuererraum (49) zum Öffnen der Einspritzöffnung (14) durch das Ventilielid (10) druckentlastet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (15) über die Druckleitung (7) mit der Kraftstoffhochdruckquelle (1, 3) ständig verbunden ist, und daß der Druckraum (15) über ein Rückschlagventil (17) und eine zusätzliche Leitung (16) mit einer Zumesseinrichtung (20) verbunden ist zum intermittierenden Vorlagern von...



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einer Einspritzeinrichtung zum kombinierten Einspritzen von Kraftstoff und einer Zusatzflüssigkeit, insbesondere Wasser, in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine aus.

[0002] Die kombinierte Einspritzung von Kraftstoff und Zusatzflüssigkeit, insbesondere Wasser, dient dazu, vor allem bei selbstzündenden Brennkraftmaschinen die Stickoxid- und Rußemission zu senken.

Stand der Technik

[0003] Bei einer bekannten Einspritzeinrichtung der gattungsgemäßen Art (DE 44 07 052 C1) erfolgt eine Kraftstoffhochdruckeinspritzung bei Dieselmotoren mittels einer Kraftstoffeinspritzpumpe der Reihenbauart, deren Hochdruckfördermenge pro Pumpenkolbenhub durch eine bekannte Schrägkantensteuerung veränderbar ist. Die Fördereinrichtung für die Zusatzflüssigkeit bei dieser bekannten Einspritzeinrichtung wird von einem Teilförderhub des Pumpenkolbens unterstützt derart, daß an dem Nockentrieb der Kraftstoffeinspritzpumpe ein erweiterter Nockenbereich vorgesehen ist, der nach erfolgter Haupteinspritzung erneut einen Pumpenkolbenantrieb bewirkt und damit Kraftstoff über ein 4/2-Wege-Magnetventil mit Federrückstellung der Fördereinrichtung zuführt. Mittels eines vom Druck dieses Kraftstoffs beaufschlagten Förderkolbens wird der Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils mit einer entsprechenden Wassermenge versorgt, die eine entsprechende Kraftstoffmenge aus dem Druckraum verdrängt und über das 4/2-Wege-Magnetventil abfließen läßt. Der Förderkolben ist zugleich Trennkolben zwischen den Medien Zusatzflüssigkeit und Kraftstoff der Hochdruckantriebsseite. Die Ansteuerung des Förderkolbens erfolgt über ein 3/2-Wege-Magnetventil derart, daß der Förderkolben zur Förderung der Zusatzflüssigkeit vom Förderdruck des Pumpenkolbens beaufschlagt wird und zur Beendigung dieser Zusatzflüssigkeitsförderung mit einer Entlastungsseite verbunden wird.

[0004] Aus der DE 43 41 739 C1 ist ein Einspritzsystem bekannt, bei dem Wasser vor die Einspritzöffnungen der Einspritzventile gefördert wird. Dabei ist vorgesehen, nach jedem Einspritzvorgang den Druck in einem den Einspritzöffnungen vorgelagerten Druckraum auf einen Rücklaufdruck abzusinken.

Aufgabenstellung

Vorteile der Erfindung

[0005] Die erfindungsgemäße Einspritzeinrichtung

mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß der dargestellte Aufwand mittels eines Zusatznockens entfällt, daß die Dosierung der Kraftstoffeinspritzmenge wesentlich universaler und in Abhängigkeit von vielfältigen Parametern gesteuert werden kann und daß weiterhin die Dosierung der Zusatzflüssigkeit gleichermaßen mittels eines Magnetventils gesteuert mehrere Parameter berücksichtigen kann. Dadurch daß ein Hochdruckspeicher vorgesehen ist, steht der Einspritzdruck jederzeit in festgelegter Höhe zur Verfügung und kommt mittels der ein Elektromagnetventil aufweisenden Zumeßeinrichtung exakt in Menge und Einspritzzeitpunkt gesteuert zur Einspritzung.

[0006] In vorteilhafter Weiterbildung gemäß Patentanspruch 2 und 3 ist die Förderung von Zusatzflüssigkeit nicht mehr von den Arbeitstakten eines einzelnen Pumpenkolbens abhängig wie beim Stand der Technik, sondern kann mittels des elektrisch gesteuerten Ventils und dem immer zur Verfügung stehenden Kraftstoffhochdruck für den erforderlichen Zeitpunkt in dem Kraftstoffeinspritzventil vorgelagert werden.

[0007] Besonders vorteilhaft ist gemäß Patentanspruch 3, wenn als Kraftstoffhochdruckquelle für den Kraftstoffhochdruck, der den Förderkolben der Fördereinrichtung antreibt, der Hochdruckspeicher dient. Dabei folgt aufgrund des Flächenunterschieds zwischen Arbeitsfläche und Förderfläche eine Druckübersetzung, derart, daß auch gegen anstehenden Kraftstoffhochdruck im Kraftstoffeinspritzventil die Zusatzflüssigkeit in den Druckraum des Einspritzventils eingebracht werden kann.

[0008] In abgewandelter Form wird gemäß Anspruch 4 ein höherer Kraftstoffdruck zur Betätigung des Förderkolbens der Fördereinrichtung dadurch zur Verfügung gestellt, daß ein Zusatzspeicher vorgesehen ist, der unmittelbar von der Hochdruckförderpumpe gespeist wird und zwar in einer Druckhöhe, die durch das Druckventil, über das der Kraftstoffhochdruckspeicher gespeist wird, bestimmt wird. Dieses als Rückschlagventil ausgeführte Druckventil ermöglicht die Speisung des Kraftstoffhochdruckspeichers bei Überschreiten des Öffnungsdruckes des Druckventils, wo hingegen der Druck des Hochdruckspeichers selbst durch das Drucksteuerventil auf einen niedrigeren Wert eingesteuert werden kann. Auf diese Weise kann die Arbeitsfläche des Förderkolbens gleich groß sein wie die Förderfläche. Dies erlaubt eine wesentliche Vereinfachung der Fördereinrichtung, die mit einem einfachen, in einem Zylinder gleitender Kolben ausgeführt sein kann.

[0009] Der Zusatzspeicher kann nach Patentanspruch entweder als Volumenspeicher mit z.B. dem Volumeninhalt der Verbindungsleitung zwischen

Hochdruckförderpumpe und Fördereinrichtung oder gemäß Patentanspruch 6 als an diese Verbindungsleitung zusätzlich angeschlossener Speicher ausgeführt sein, der eine gegen eine Rückstellkraft bewegliche Wand aufweist. Dies erlaubt eine größere Unabhängigkeit der zuzumessenden Zusatzflüssigkeit von der Verbindungslänge zwischen Hochdruckförderpumpe und Fördereinrichtung.

[0010] Die Fördereinrichtung ist in vorteilhafter Weise gemäß Patentanspruch 7 mit einer Feder versehen, die auf den Förderkolben entgegen dem Kraftstoffhochdruck wirkt und als Vorspannfeder ausgebildet ist. Dabei kann in den Pausen der Zumessung von Zusatzflüssigkeit in vorteilhafter Weise der Förderkolben vorgespannt werden, auf einen vorgesehenen Vorspannhub entsprechend der zuzumessenden Zusatzflüssigkeitsmenge. Im Zeitpunkt des erforderlichen Zuführens der Zusatzflüssigkeitsmenge wird der an die Arbeitsfläche des Förderkolbens angrenzende Arbeitsraum gezielt mittels des z.B. als Magnetventil ausgeführten elektrisch gesteuerten Ventils entlastet und es erfolgt eine Förderung, die immer gleichmäßig entsprechend der Charakteristik der Vorspannfeder durchgeführt wird.

[0011] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung wird eine einzige Fördereinrichtung zur Versorgung von mehreren Kraftstoffeinspritzventilen vorgesehen werden, wobei mit geringem Aufwand auszuführender Art gemäß Patentanspruch 11 die Förderleitung der Fördereinrichtung über von ihr abzweigende Leitungen jeweils mit einem der Kraftstoffeinspritzventile verbunden wird. Der Druckraum dieser Einspritzventile ist dabei jeweils über ein Rückschlagventil zur Fördereinrichtung hin abgekoppelt, so daß sich ein sehr hoher Druck in den abzweigenden Leitungen nur innerhalb des Kraftstoffeinspritzventils aufbauen kann.

[0012] Eine verbesserte, genauere Zumessung von Zusatzflüssigkeitsmengen ist dann gegeben, wenn in der Förderleitung der Fördereinrichtung gemäß Patentanspruch 12 in vorteilhafter Weise ein Verteiler angeordnet ist, der synchron zur Drehzahl der Brennkraftmaschine angetrieben wird und dabei jeweils das Kraftstoffeinspritzventil ansteuert, über das als nächstes Kraftstoffeinspritzung erfolgt. Hier läßt sich pro Einspritzventil eine bestimmte Zusatzflüssigkeitsmenge durch die Fördereinrichtung fördern, während bei der vorgenannten einfacheren und mit weniger Aufwand herzustellenden Art die Fördereinrichtung zugleich für alle Einspritzventile zeitgerecht Flüssigkeitsmenge in einem einzigen Förderhub zuführen muß. Für die Einleitung der erforderlichen Flüssigkeitsmenge pro Einspritzvorgang kann diese auch mit mehreren Förderhüben des Förderkolbens zugeführt werden. In vorteilhafter Weise wird zur Erhöhung der Genauigkeit der Zumessung der Zusatzflüssigkeit gemäß Patentanspruch 13 am Förderkol-

ben ein Wegmesser vorgesehen, der ein Rückmeldesignal an eine elektrische Steuereinrichtung gibt, die der Steuerung der Magnetventile unter Berücksichtigung der eingangs genannten Betriebsparameter dient.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0013] Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0014] [Fig. 1](#) ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Fördereinrichtung, die einen gestuften Förderkolben aufweist, der über ein 3/2-Wege-Magnetventil zu seinem Antrieb mit dem Hochdruckspeicher verbindbar ist,

[0015] [Fig. 2](#) eine Teildarstellung des Ausführungsbeispiels nach [Fig. 1](#) mit zwei 2/2-Wege-Magnetventile,

[0016] [Fig. 3](#) ein alternatives Antriebsprinzip für den Förderkolben der Fördereinrichtung,

[0017] [Fig. 4](#) eine vereinfachte Ausführung zum Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#), bei dem ein vormals vorgesehener Verteiler durch Leitungsverzweigungen ersetzt ist, wobei der Förderkolben synchron zu den Arbeitstakten der Brennkraftmaschine Zusatzflüssigkeit fördert,

[0018] [Fig. 5](#) ein Diagramm zum Ausführungsbeispiel nach [Fig. 4](#) mit Darstellung des zeitlichen Ablaufes der Vorlagerung von Zusatzflüssigkeit bei den einzelnen Kraftstoffeinspritzventilen.

[0019] [Fig. 6](#) ein fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem der Förderkolben der Fördereinrichtung von einem durch Rückschlagdruckventile von der Hochdruckförderpumpe abgekoppelten Zusatzspeicher versorgt wird, deren Speicherdruck durch Druckventile, die zum Hochdruckspeicher führen, bestimmt wird,

[0020] [Fig. 7](#) eine Abwandlung zum Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#), bei dem die Verteilung der von der Fördereinrichtung geförderten Zusatzflüssigkeit über einen Verteiler erfolgt, der das jeweilige Einspritzventil im Wechsel mit der Förderleitung der Fördereinrichtung und einer Entlastungsleitung verbindet.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0021] Die in [Fig. 1](#) schematisch dargestellte Einspritzeinrichtung dient zur Versorgung von mehreren

Zylindern einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine, in deren Zylinder sowohl Kraftstoff als auch eine Zusatzflüssigkeit, insbesondere Wasser, eingespritzt wird, um die Schadstoffbildung bei der Verbrennung in Brennräumen einer Brennkraftmaschine zu reduzieren. Diese Einspritzeinrichtung weist zur Kraftstoffversorgung eine Hochdruckförderpumpe **1** auf, die vorzugsweise synchron zur Drehzahl der Brennkraftmaschine angetrieben wird und aus einem Kraftstoffvorratsbehälter **2** Kraftstoff unter Hochdruck einem Kraftstoffhochdruckspeicher **3** zuführt. Zusammen bildet dies eine Kraftstoffhochdruckquelle. Der in den Hochdruckspeicher **3** eingebrachte Kraftstoff wird mittels eines Drucksteuerventils **4** auf einen vorgegebenen Wert gehalten und dabei kann dieses Ventils mechanisch oder über eine elektronische Steuereinrichtung **5** geregelt sein, die von einem Drucksensor **6** ein Rückmeldesignal über den Druck im Kraftstoffhochdruckspeicher erhält und so den Druck auf einen bestimmten Wert eingestellt, der sowohl ein konstanter Wert sein kann als auch ein von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine abhängiger Wert sein kann.

[0022] Über je eine Druckleitung **7** wird der auf Hochdruck gebrachte Kraftstoff vom Hochdruckspeicher **3** einem Einspritzventil **8** zugeführt. Pro Zylinder der zugehörigen Brennkraftmaschine ist je ein solches Einspritzventil vorgesehen, welche insgesamt von der Kraftstoffhochdruckquelle **1, 3** versorgt werden.

[0023] Das Einspritzventil **8** ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt. Es handelt sich dabei um einen sog. „Injektor“ mit einem Ventilkörper **9**, in dem in einer Führungsbohrung ein Ventilglied **10** in bekannter Weise geführt wird. Die in dem Brennraum zugewandte Spitze des Ventilglieds weist eine kegelförmige Dichtfläche **11** auf, die mit einem entsprechend kegelförmigen Ventilsitz **12** des Ventilkörpers **8** zusammenwirkt. In der gezeigten geschlossenen Stellung des Ventilglieds trennt dieses ein brennraumseitiges Sackloch **13**, von dem Einspritzöffnungen **14** zum Brennraum austreten, von einem sich andererseits anschließenden Druckraum **15** im Ventilkörper **9**. In diesen mündet die Druckleitung **7** vom Hochdruckspeicher **3** her ein und ferner mündet eine zusätzliche Leitung **16** in den Druckraum **15** ein, die innerhalb des Einspritzventils liegend ein Rückschlagventil **17** enthält, das in Richtung Druckraum **15** öffnet. Die zusätzliche Leitung **16** dient der Zufuhr einer Zusatzflüssigkeit, die im vorgesehenen Ausführungsbeispiel vorzugsweise Wasser ist, das von einer Zusatzflüssigkeitsdruckquelle **20** bereitgestellt wird. Diese weist eine Fördereinrichtung **21** auf mit einem Förderkolben **22**, der die Form eines Stufenkolbens hat mit einem im Durchmesser kleineren Teil **23**, der in einem Stufenzylinder **25** stirnseitig einen Förderraum **26** begrenzt. Ein im Durchmesser größerer Teil

27 des Stufenkolbens **22** begrenzt mit seiner Ringfläche zwischen seinem im Durchmesser größeren Teil **27** und seinem im Durchmesser kleineren Teil **23** zusammen mit einer entsprechenden Ringfläche zwischen dem im Durchmesser größeren Teil und dem im Durchmesser kleineren Teil des Stufenzylinders **25** einen Arbeitsraum **29**. Auf der diesem Arbeitsraum **29** abgewandten Seite wird der im Durchmesser größere Teil **27** des Stufenkolbens **22** durch eine Druckfeder **30** in Förderrichtung beaufschlagt. Auf dieser Seite ist der Stufenzylinder **25** druckentlastet. Der Weg, den der Stufenkolben gegen die Kraft der Druckfeder **30** zurücklegt, ist dabei durch einen Wegmesser **32** erfassbar, der in bekannter Weise beispielsweise als induktiver Wegmesser mit einem mit dem Stufenkolben gekoppelten Teil **33** ausgebildet sein kann.

[0024] Der Förderraum **26** ist über eine Förderleitung **36**, die vom Förderraum weg in Förderrichtung öffnendes Förderrückschlagventil **34** enthält, mit dem Eingang eines synchron zur Brennkraftmaschine in einem Zylinder **40** rotierenden Verteilers **35** verbunden. Die das Förderrückschlagventil **34** enthaltende Förderleitung **36** mündet in eine Ringnut **37** des Verteilers **35**, die ihrerseits über einen Verteilerkanal **38** und eine Verteileröffnung **39** bei der Drehung des Verteilers im Wechsel mit jeweils einer der zusätzlichen Leitungen **16** verbunden wird, die zu den Einspritzventilen **8** führen. Verteilerkanal und Verteileröffnung können auch als von der Ringnut abgehende Längsnut realisiert werden. Die zusätzlichen Leitungen **16** zweigen von dem den Verteiler **35** aufnehmenden Zylinder **40** ab und sind am Umfang dieses Zylinders entsprechend der Zahl der zu versorgenden Einspritzventile und Einspritztakten dieser Einspritzventile verteilt angeordnet.

[0025] Der Förderraum **26** der Fördereinrichtung ist ferner über ein in den Förderraum **26** öffnendes Rückschlagfüllventil **41** mit einer Vorförderpumpe **42** verbunden, die kontinuierlich aus einem Zusatzflüssigkeitsvorratsbehälter **43** Zusatzflüssigkeit in den Förderraum **26** fördert, so lange die Druckverhältnisse am Rückschlagfüllventils **41** es gestatten. Der Förderdruck der Vorförderpumpe **42** wird dabei über ein übliches Drucksteuerventil **44** eingestellt.

[0026] Zur Betätigung des Förderkolbens **22** wird der Arbeitsraum **29** vom Druck des Hochdruckspeichers beaufschlagt. Dazu ist eine Verbindungsleitung **46** vorgesehen, in der ein 2/3-Wege-Ventil in Form eines elektrisch gesteuerten Ventils, hier als Magnetventils **47**, angeordnet ist. Je nach Stellung des Ventilglieds dieses Ventils wird der Arbeitsraum **29** entweder mit dem Hochdruckspeicher **3** oder mit einem Entlastungsraum **48** verbunden. In der Verbindungsleitung **46** ist eine Drossel **60** vorgesehen, damit der Arbeitsraum **29** gleichmäßig mit kontrollierter Füllrate gefüllt wird. Im ersten Falle wird der Förderkolben **22**

gegen die Kraft der Feder **30** zu einem Füllhub angetrieben. Je nach Dauer des Öffnungszustandes des 2/3-Wege-Ventils legt der Stufenkolben **22** einen größeren oder kleineren Füllhub zurück, bei dem der Förderraum **26** über das Rückschlagfüllventil **41** mit Zusatzflüssigkeit gefüllt bleibt und die Druckfeder vorgespannt wird. Wird daraufhin das 2/3-Wege-Ventil in seine andere Stellung gebracht, wird der Druckraum **29** entlastet und es kann der Förderkolben **22** unter Einwirkung der Vorspannkraft der Feder **30** seinen Förderhub ausführen. Je nach Drehstellung des Verteilers **35** wird dabei eines der Einspritzventile mit Zusatzflüssigkeit versorgt, die in dem Druckraum **15** vorgelagert wird unter Verdrängung des sich vorher dort befindlichen Kraftstoffs zum Hochdruckspeicher **3** hin. Dazu ist es erforderlich, daß der Förderdruck der Fördereinrichtung **21** höher ist als der im Hochdruckspeicher **3** zur Verfügung stehende Kraftstoffdruck. Durch Verwendung des oben beschriebenen Stufenkolbens ist eine Druckübersetzung zu diesem Zwecke möglich, wenn der Förderkolben **22** durch den Druck im Hochdruckspeicher **3** beaufschlagt wird.

[0027] Zur Steuerung der Einspritzung ist in dem Einspritzventil ein Steuerraum **49** vorgesehen, der über eine Drossel **50** ständig mit der Druckleitung **7** in Verbindung ist und der von einer Stirnfläche eines Kolbens **51** begrenzt wird. Durch den Druck in den Steuerraum **49** erfolgt eine Krafteinwirkung auf einen Stößel **52**, der wiederum auf das Ventilglied **10** in Schließrichtung wirkt. Zusätzlich wirkt in Schließrichtung noch eine Schließfeder **53**, deren Kraft jedoch nicht alleine ausreicht, um das Ventilglied **10** in Schließstellung zu halten. Dieses wird außer von der Kraft dieser Schließfeder **53** noch ständig vom Druck im Druckraum **15** beaufschlagt, wobei dieser Druck an einer Schulter **55** am Ventilglied **10** in Öffnungsrichtung des Ventilsschließgliedes wirkt.

[0028] Der Steuerraum **49** ist nun zusätzlich über eine Drossel **56** und ein elektrisch gesteuertes Ventil, hier ein Magnetventil **57**, entlastbar. Wenn das Ventil **57** öffnet, überwiegt die vom Druckraum **15** her auf das Ventilschließglied **10** ausgeübte Öffnungskraft, so daß das Einspritzventil zu seinem Einspritzvorgang öffnet. Bei diesem Einspritzvorgang wird die zuvor im Druckraum **15** vorgelagerte Wassermenge zusammen mit dem vom Hochdruckspeicher **3** her nachfließenden Kraftstoff in den Brennraum eingebracht, solange das Einspritzventil gesteuert durch das Magnetventil **57** in Öffnungsstellung ist. Zum Schließen des Einspritzventils wird das Magnetventil **57** wieder geschlossen, so daß sich in dem Steuerraum **49** wieder der Druck des Hochdruckspeichers **3** einstellen kann. Dadurch gelangt das Ventilglied in Schließstellung und die Einspritzung wird beendet. Das Magnetventil **57** wird ebenfalls über die elektrische Steuereinrichtung **5** im erforderlichen synchronen Takt der Arbeitsfolgen der Brennkraftmaschine

gesteuert. Zugleich erfolgt außer dieser zeitlichen Steuerung auch die Steuerung der erforderlichen Kraftstoffeinspritzmenge. Die zugleich in den Brennraum gelangende Zusatzflüssigkeitsmenge wird von der elektrischen Steuereinrichtung durch Ansteuerung des 2/3-Wege-Magnetventils **47** gesteuert. Dieses kann dabei mit der einzigen Fördereinrichtung **21** jedem einzelnen der vorgesehenen Einspritzventile nacheinander die erforderliche Zusatzflüssigkeitsmenge zuführen, die sich exakt steuern läßt. In vorteilhafter Weise steht zum Antrieb der Fördereinrichtung **21** der bereits vorhandene Kraftstoffhochdruck zur Verfügung, so daß hier keine weiteren Druckquellen erforderlich sind und bei geringem Aufwand die Aufgabe der Einspritzung einer Zusatzflüssigkeit erzielt werden kann.

[0029] In Abwandlung zum vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel kann anstelle des 2/3-Wege-Ventils **47** auch die Kombination zweier elektrisch gesteuerter 2/2-Ventile **58** und **58'** angewendet werden, die in [Fig. 2](#) gezeigt sind und hier als Magnetventile ausgeführt sind. Dabei befindet sich das eine dieser Ventile **58** zwischen dem Hochdruckspeicher **3** und der unmittelbar zum Arbeitsraum **29** führenden Verbindungsleitung **46**, während das andere der 2/2-Ventile **58'** sich zwischen dieser Verbindungsleitung **46** und einem Entlastungsraum befindet. Die Ventile werden im Gegentakt angetrieben, so daß jeweils immer eines dieser Ventile geöffnet und das andere geschlossen ist. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit beide Ventile geschlossen zu halten, um einen Beharrungszustand des Förderkolbens **22** einzustellen.

[0030] Eine Variante zur Ausführung des Förderkolbens gemäß [Fig. 1](#) ist in [Fig. 3](#) gezeigt. Während beim Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#) die den dort definierten Ringraum bzw. Arbeitsraum **29** begrenzende Ringfläche des im Durchmesser größeren Kolbenteils **27** des Förderkolbens **22** als Arbeitsfläche **59** diente, ist nun beim Ausführungsbeispiel nach [Fig. 3](#) die gesamte Querschnittsfläche des im Durchmesser größeren Teils **27'** des Förderkolbens **22'** als Arbeitsfläche **59'** ausgebildet. Der von dieser Arbeitsfläche **59** in dem Stufenzylinder **25'** eingeschlossene Arbeitsraum **29'** wird nun wiederum über ein dem 3/2-Wegeventil **47** entsprechendes Ventil **47'** entweder mit dem Hochdruckspeicher **3** oder mit einem Entlastungsraum verbunden. Dabei erfolgt die Verbindung zum Hochdruckspeicher wie auch im Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#) über eine Drossel **60** zur gleichmäßigen Befüllung des Arbeitsraumes **29** bzw. **29'**. Der auf der dem Arbeitsraum **29'** abgewandten Seite des im Durchmesser größeren Teils **27'** des Förderkolbens **22'** eingeschlossene Ringraum wird zu einem Entlastungsraum hin entlastet, zu dem insbesondere Leckkraftstoff abfließen kann. An der Stirnseite, bzw. der Förderfläche **62'** des im Durchmesser kleineren Teils des Förderkolbens **22'** greift nun eine Feder **30'** an, die jetzt nicht mehr der

fördernden Rückstellung des Förderkolbens **22'** dient, sondern der Ausführung des Saughubes des Förderkolbens **22'**, wenn der Arbeitsraum **29** entlastet ist. Es ist ferner eine Ringnut **63** zwischen den im Durchmesser kleineren Teil **23'** des Förderkolbens **22'** und dem ihn führenden Stufenzylinder **25'** vorgesehen, die der Rückführung von Leckmengen der Zusatzflüssigkeit zu einem Vorratsbehälter dient. Der Förderraum **26** ist dann in der selben Weise mit der Förderpumpe **42** bzw. den Einspritzventilen **8** verbunden wie bei [Fig. 1](#).

[0031] Diese Ausführung, der ebenfalls auch noch ein Wegsensor zugeordnet werden kann, hat den Vorteil, daß eine größere Arbeitsfläche **59'** im Verhältnis zur Förderfläche **62'** zur Verfügung steht und gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#) so eine größere Druckübersetzung bei gleicher Baugröße erzielt werden kann.

[0032] Anstelle des beim Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#) vorgesehenen Verteilers **35** wird vereinfacht gemäß Ausführungsbeispiel nach [Fig. 4](#) ein Leitungsverteiler **65** vorgesehen, derart, daß die Förderleitung **36** sich direkt in die zusätzlichen Leitungen **16a**, **16b**, **16c** und **16d**, je nach Zahl der zu versorgenden Kraftstoffeinspritzventile, verzweigt. Diese zusätzlichen Leitungen **16a** bis **16d** führen wie beim Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#) über je ein Rückschlagventil **17** in den Druckraum **15** der Einspritzventile. Bei jedem Förderhub des Förderkolbens **22** bzw. **22'** erfolgt nun eine Förderung in alle Druckräume **15** der zugehörigen Einspritzventile **8** zugleich. Die Förderphasen des Förderkolbens **22** liegen so, daß die Zusatzflüssigkeitsförderung in die Einspritzventile jeweils in den Spritzpausen der Einspritzventile erfolgt. Damit nicht mit einem einzigen Förderhub die Gesamtmenge der Zusatzflüssigkeit gefördert werden muß, die allen Einspritzventilen für den jeweiligen Einspritzvorgang von Kraftstoff und Zusatzflüssigkeit genügt, wird die Förderung der Zusatzflüssigkeit in mehreren Förderhuben durchgeführt, wie es das Diagramm in [Fig. 5](#) zeigt. Dabei erfolgt die Vorlagerung von Zusatzflüssigkeit sequentiell in festgelegten Stufen, bis eine Höchstmenge an Zusatzflüssigkeit unmittelbar vor dem beabsichtigten Einspritzvorgang erreicht ist, der durch einen Blitzpfeil in der Zeichnung gekennzeichnet ist. Unterhalb dieser Teildigramme sind die Förderbewegungen des Förderkolbens **22** über den Kurbelwellenwinkel dargestellt.

[0033] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel nach [Fig. 6](#) erfolgt der Antrieb des Förderkolbens **122** nicht mehr unmittelbar vom Hochdruckspeicher **3** sondern über einen Zusatzspeicher **67**. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Druckversorgung der Kraftstoffeinspritzventile mit einzuspritzendem Kraftstoff weiterhin gleich wie beim Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#). Es ist somit die Hochdruckförderpumpe **1** vorgesehen, die aus dem Kraftstoffvorratsbehälter

2 Kraftstoff unter hohem Druck in den Hochdruckspeicher **3** fördert, dessen Druck über den Drucksensor **6** überwacht wird und mit Hilfe des Drucksteuerventils **4** gesteuert wird. Druckleitungen **7** führen dann zu dem jeweiligen Kraftstoffeinspritzventil **8**, das in der gleichen Weise aufgebaut ist wie beim Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#) und hier in der [Fig. 6](#) nicht mehr weiter gezeigt wird. Die Zufuhr des von der Hochdruckförderpumpe **1** geförderten Kraftstoffs erfolgt über ein oder zwei Druckrückschlagventile **68**, deren Öffnungsdruck höher ist als der im Kraftstoffhochdruckspeicher **3** einzuhaltende Kraftstoffdruck. Mit der Förderseite der Hochdruckförderpumpe ist ferner ein Zusatzspeicher **67** über Rückschlagventile **69** verbunden, die Kraftstoff unter einem Druck in den Zusatzspeicher **67** lassen, der durch den Öffnungsdruck der Druckrückschlagventile **68** begrenzt ist. Dieser Zusatzspeicher **67** kann wie [Fig. 6](#) zunächst gezeigt ein Leitungsspeicher sein, mit im wesentlichen festen Volumen oder ein sogenannter Volumenspeicher sein, es kann aber auch zur Speicherung von größeren Druckmittelmengen ein Speicher **67'** vorgesehen werden, der von einer beweglichen Wand **70** begrenzt wird, wie das gestrichelt in der Zeichnung angegeben ist.

[0034] Aufgrund des nun zum Antrieb zur Verfügung stehenden gegenüber dem Druck im Hochdruckspeicher **3** höheren Drucks im Zusatzspeicher **67** ist es nun möglich, den Förderkolben **122** dieses Ausführungsbeispiels als normalen, ungestuften Kolben auszuführen, der z. B. durch eine Rückstellfeder **71** in Richtung zu einer Ausgangslage beaufschlagt wird. In dieser in der Zeichnung gezeigten Ausgangslage wird der Förderraum **126** dieses Förderkolbens **122** analog zum Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#) von einer Vorförderpumpe **42** und über ein Rückschlagfüllventil **41** mit Zusatzflüssigkeit versorgt. Die jeweilige Stellung des Förderkolbens **122** wird dabei auch wie im Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#) durch einen Weggeber **72** überwacht und das ermittelte Wegsignal an die elektrische Steuereinrichtung **5** zurückgemeldet. Zur Betätigung des Förderkolbens **122** wird ein 2/2-Wege-Ventil **74**, hier ebenfalls ein Magnetventil, in der Verbindungsleitung **146** zwischen Zwischenspeicher **67** und Arbeitsraum **129** des Förderkolbens **122** geöffnet, so daß Kraftstoff unter Hochdruck den Förderkolben **122** zu seinem Förderhub verschiebt. Zur Beendigung diese Förderhubes wird dieses 2/2-Magnetventil **74** wieder geschlossen und statt dessen ein zweites 2/2-Magnetventil **75** geöffnet, über das der Arbeitsraum **129** druckentlastet wird. Dies geschieht in der Ausführung, wie sie bereits zur [Fig. 2](#) beschrieben ist.

[0035] Die Zufuhr der vom Förderkolben **122** geförderten Zusatzflüssigkeit wird dann entweder nach dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 1](#) über einen synchron zur Drehzahl der Brennkraftmaschine angetriebenen Verteiler **35** durchgeführt oder über ei-

nen Leitungsverteiler **65** gemäß Ausführungsbeispiel nach **Fig. 4**. Entsprechend wird dann auch die Arbeitsfolge des Förderkolbens **122** eingestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann unter Einsatz von einfachen Druckventilen ein höherer Bearbeitungsaufwand für die Bereitstellung eines gestuft ausgebildeten Förderkolbens vermieden werden. Insbesondere in Verbindung mit einem Leitungsverteiler gemäß Ausführungsbeispiel nach **Fig. 4** ergibt sich somit eine sehr kostengünstige Lösung. Mit einem etwas erhöhten Aufwand ist dann auch ein Zusatzspeicher **67'** mit beweglicher Wand realisierbar.

[0036] Bei der Ausgestaltung gemäß **Fig. 4** mit einem Leitungsverteiler **65**, aber auch bei der Ausgestaltung nach **Fig. 1** mit einem Verteiler **35** kann beim Betrieb der Einspritzeinrichtung der Fall auftreten, daß es trotz anfänglich ausgeglichenem Druckniveau zwischen Verteiler und Druckraum **15** des jeweiligen Einspritzventils **8** beim der Vorlagerung nachfolgendem Einspritzvorgang zu einer Druckabsenkung im Druckraum **15** kommt, mit der Folge, daß eine geringe Menge Zusatzflüssigkeit aus der zusätzlichen Leitung **16** nachgesaugt wird.

[0037] Um dies zu verhindern, ist der Verteiler **135** gemäß **Fig. 7** mit einer zweiten Ringnut **80** versehen, die jenseits der von der ersten Ringnut **37** abgehenden Verteileröffnung **39** angeordnet ist und eine zur ersten Ringnut weisende Verteilernut **81** aufweist. Diese arbeitet ebenfalls mit den vom Zylinder **40** abführenden zusätzlichen Leitungen **16** zusammen, die in der Arbeitsfolge der Einspritzung jeweils nach der Unterbrechung ihrer Verbindung der Verteileröffnung **39** mit dieser Verteilernut **81** in Verbindung kommen. Die zweite Ringnut **80** ist ständig mit einer Entlastungsleitung **82** verbunden, in der zur Einhaltung eines konstanten, abgesenkten Druckes, der mit Sicherheitsabstand unterhalb des sich im Druckraum **15** einstellenden Druckes liegt, ein Druckbegrenzungsventil **84** eingesetzt ist.

Patentansprüche

1. Einspritzeinrichtung zum kombinierten Einspritzen von Kraftstoff und einer Zusatzflüssigkeit, insbesondere Wasser, in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil (**8**), das einen einer Einspritzöffnung (**14**), die durch ein Ventilglied (**10**) gesteuert wird, vorgelagerten Druckraum (**15**) aufweist, der über eine Druckleitung (**7**) mit einer Kraftstoffhochdruckquelle (**1, 3**) verbunden ist, und als Kraftstoffhochdruckquelle eine Hochdruckförderpumpe (**1**) vorgesehen ist, die einen Hochdruckspeicher (**3**) versorgt, in dem ein bestimmter Kraftstoffhochdruck eingestellt wird, mit einer ein Steuerventil in Form eines elektrisch gesteuerten Ventils (**57**) aufweisenden Einspritzmengensteuereinrichtung, wobei durch das elektrisch gesteuerte Ventil (**57**) ein das Ventilglied (**10**) in Schließrichtung beauf-

schlagender Steuerraum (**49**) zum Öffnen der Einspritzöffnung (**14**) durch das Ventilglied (**10**) druckentlastet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druckraum (**15**) über die Druckleitung (**7**) mit der Kraftstoffhochdruckquelle (**1, 3**) ständig verbunden ist, und daß der Druckraum (**15**) über ein Rückschlagventil (**17**) und eine zusätzliche Leitung (**16**) mit einer Zumesseinrichtung (**20**) verbunden ist zum intermittierenden Vorlagern von zugemessener Zusatzflüssigkeit in den Druckraum (**15**), jeweils zeitlich vor dem Öffnen der Einspritzöffnung (**14**) durch das Ventilglied (**10**) für einen Einspritzvorgang von Kraftstoff und Zusatzflüssigkeit in den Brennraum der Brennkraftmaschine, mit einer vom Kraftstoffhochdruck der Hochdruckquelle (**1, 3**) über wenigstens ein weiteres elektrisch gesteuertes Ventil (**47; 74, 75**) intermittierend betätigbaren Fördereinrichtung (**21**), die Teil der Zumesseinrichtung (**20**) ist.

2. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fördereinrichtung (**21**) für Zusatzflüssigkeit einen Förderkolben (**22**) aufweist, der durch eine Feder (**30; 30'**) in eine Vorzugsstellung bringbar ist und einen Förderraum (**26**) in einem Zylinder (**25**) begrenzt, der sowohl über ein Füllrückschlagventil (**41**) mit einer Zusatzflüssigkeitsversorgung (**42**) verbindbar ist, über die in den Förderpausen der Förderraum mit Zusatzflüssigkeit gefüllt wird, als auch über ein in Förderrichtung öffnendes Förderückschlagventil (**34**) über eine Förderleitung (**36**) mit wenigstens einem Einspritzventil (**8**) verbunden ist und durch den über das weitere elektrisch gesteuerte Ventil (**47**) zugeführten Kraftstoffhochdruck gegen die Kraft der Feder (**30; 30'**) verschiebbar ist.

3. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftstoffhochdruck zur Betätigung des Förderkolbens (**22**) dem Hochdruckspeicher (**3**) entnommen wird und einer dem Hochdruck ausgesetzten Arbeitsfläche (**59; 59'**) zugeführt wird, die in Wirkverbindung mit dem Förderkolben (**22**) steht und größer ist als die an den Förderraum (**26**) angrenzende Förderfläche (**62**) des Förderkolbens (**22**).

4. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftstoffhochdruck zur Betätigung des Förderkolbens (**122**) einem Zusatzspeicher (**67'**) entnommen wird, der über ein in Richtung Zusatzspeicher öffnendes Rückschlagventil (**69**) mit der Hochdruckförderpumpe (**1**) verbunden ist und stromaufwärts des Rückschlagventils (**69**) von der Hochdruckförderpumpe (**1**) eine Leitung zum Kraftstoffhochdruckspeicher (**3**) abzweigt, die als Förderventil ein Druckventil (**68**) enthält, dessen Öffnungsdruck über dem höchsten durch ein Drucksteuerventil (**4**) im Kraftstoffhochdruckspeicher (**3**) eingestelltem Druck liegt.

5. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch

gekennzeichnet, daß der Zusatzspeicher (67') ein Volumenspeicher ist.

6. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzspeicher (67') eine bewegliche Wand (70) aufweist.

7. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Feder (30), die auf den Förderkolben (22) entgegen dem Kraftstoffhochdruck wirkt, als Vorspannfeder ausgebildet ist und zur Zusatzflüssigkeitsförderung ein an die Arbeitsfläche (59) angrenzender Arbeitsraum (29) über das weitere elektrisch gesteuerte Ventil (47) entlastet und zum Wiederfüllen des Förderraumes (26) über das weitere elektrisch gesteuerte Ventil (47) wieder dem Kraftstoffhochdruck (3) ausgesetzt wird.

8. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Feder (30'), die auf den Förderkolben (22) entgegen dem Kraftstoffhochdruck wirkt, als Rückstellfeder ausgebildet ist und zur Zusatzflüssigkeitsförderung ein an die Arbeitsfläche (59') des Förderkolbens (22') angrenzender Arbeitsraum (29') über das weitere elektrisch gesteuerte Ventil (47') mit dem Hochdruck verbunden und zur Beendigung der Förderung der Zusatzflüssigkeit über das weitere elektrisch gesteuerte Ventil (47') wieder entlastet wird.

9. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere elektrisch gesteuerte Ventil (47; 47') ein 2/3-Ventil ist.

10. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung der Bewegung des Förderkolbens (22) zwei weitere elektrisch gesteuerte Ventile (58, 58') vorgesehen sind, von denen das eine der Verbindung des Arbeitsraumes (29) mit der Kraftstoffhochdruckquelle (3, 67') dient und das andere der Entlastung des Arbeitsraumes (29) dient.

11. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Förderraum (26; 126) über von der Förderleitung (36) abzweigende zusätzliche Leitungen (16a, 16b, 16c, 16d) mit je einem der Einspritzventile (8) über jeweils das dem Einspritzventil (8) zugeordnete Rückschlagventil (17) verbunden ist.

12. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Förderraum (26; 126) über einen in der Förderleitung (36) angeordneten, synchron zur Drehzahl der Brennkraftmaschine angetriebenen Verteiler (35) mit je einem der Einspritzventile (8) über jeweils das dem Einspritzventil (8) zugeordnete Rückschlagventil (17) verbunden ist.

13. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Verteiler (135) eine ständig mit der Förderleitung (36) verbundene erste Verteileröffnung (39) aufweist, die bei der Drehung des Verteilers (135) nacheinander mit je einer zu einem Einspritzventil (8) führenden zusätzlichen Leitung (16a, 16b, 16c,...) verbunden wird und eine zweite Verteileröffnung (81) aufweist, die ständig mit einer Entlastungsleitung (82) verbunden ist und die mit der jeweiligen zusätzlichen Leitung (16a, 16b, 16c, 16d) im Anschluß an die Verbindung der ersten Verteileröffnung (39) mit der jeweiligen zusätzlichen Leitung (16a, 16b, 16c, 16d) verbunden wird.

14. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß in der Entlastungsleitung (82) ein Druckhalteventil (84) angeordnet ist.

15. Einspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Förderkolben (22; 122) ein Wegmesser (32; 72) zugeordnet ist, über den ein Steuersignal an eine Steuereinrichtung (5) zur Steuerung des weiteren elektrisch gesteuerten Ventils (47; 47') oder der weiteren elektrisch gesteuerten Ventile (58, 58'; 74, 75) abgegeben wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

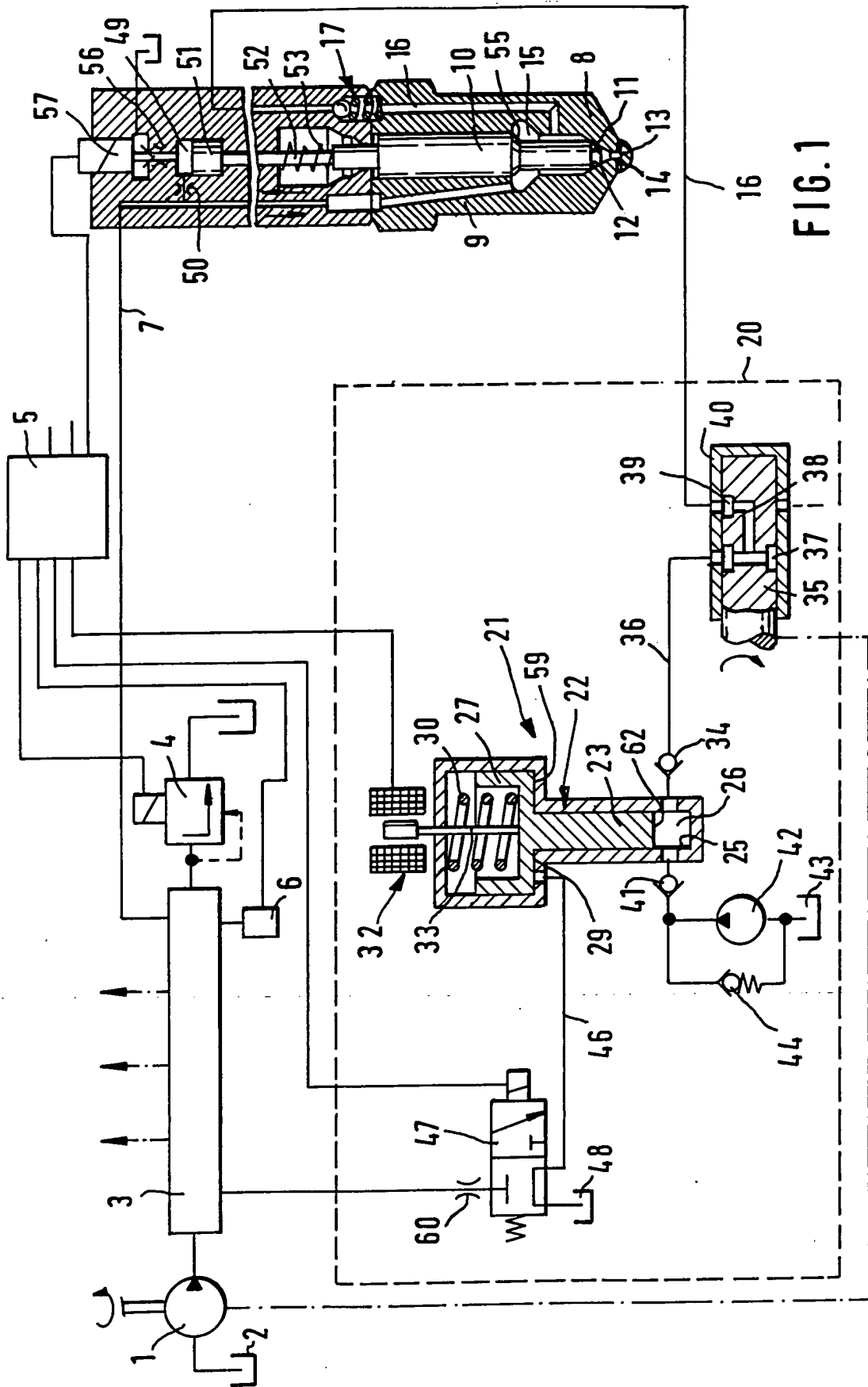
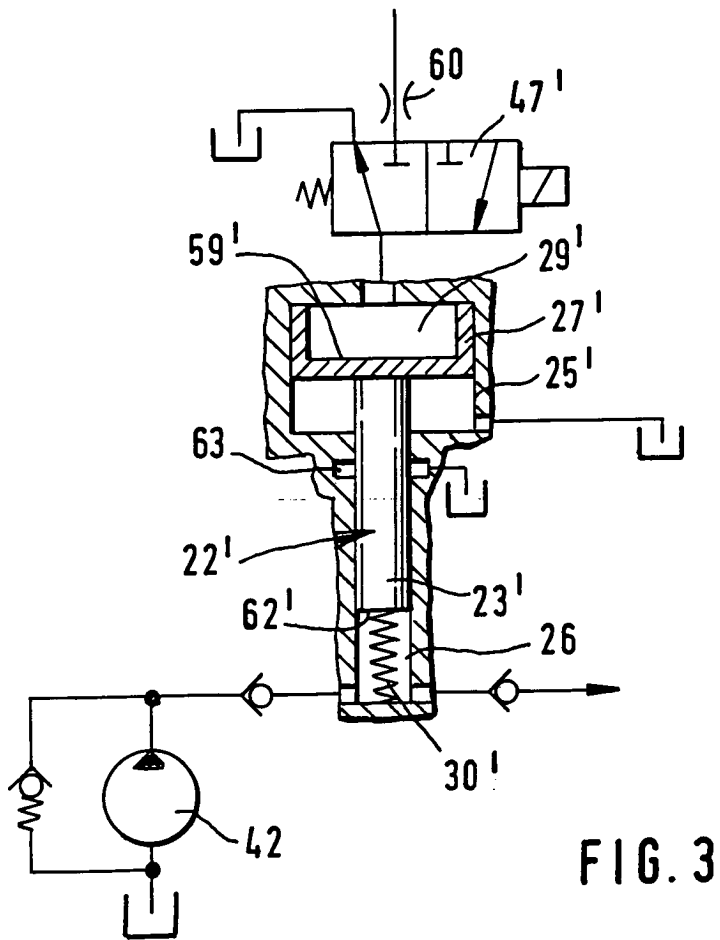
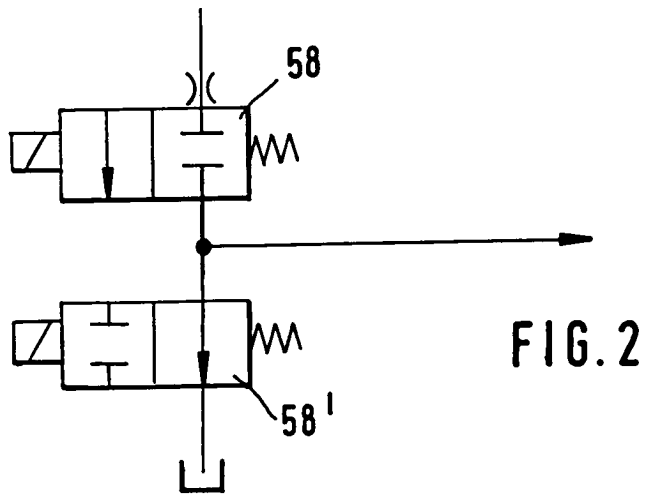


FIG. 1



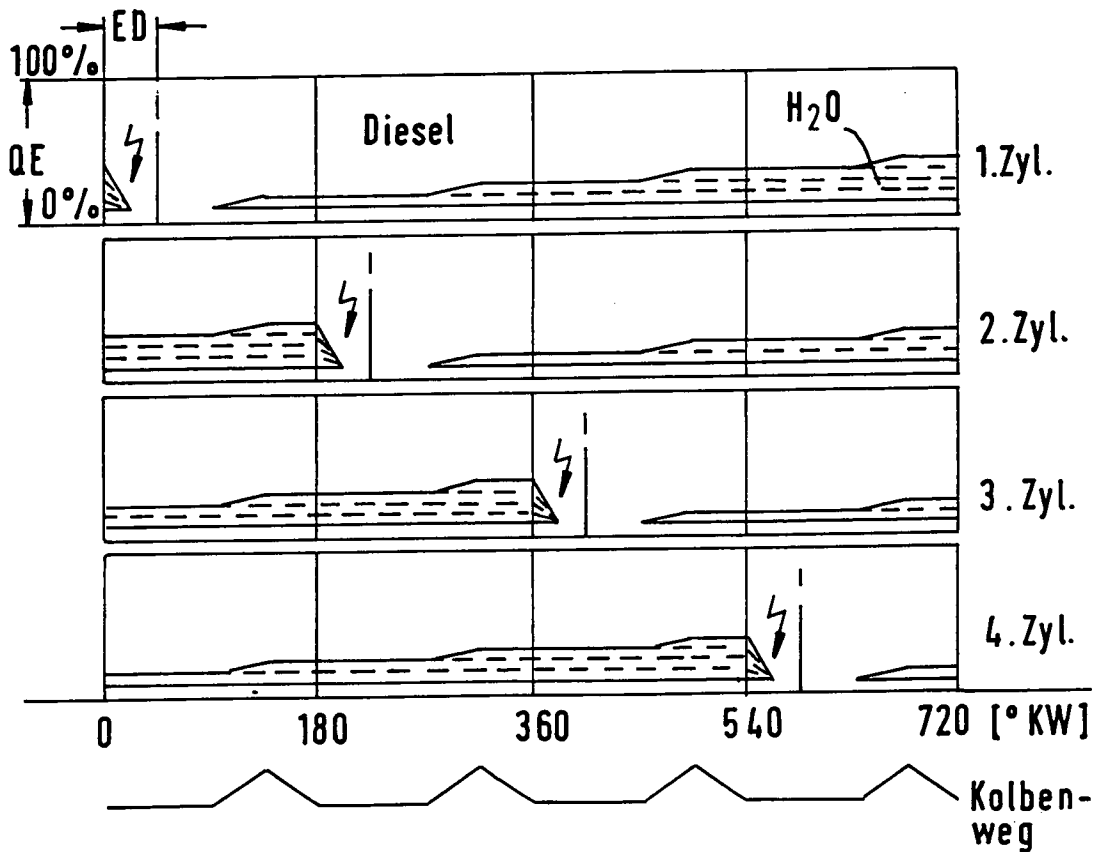
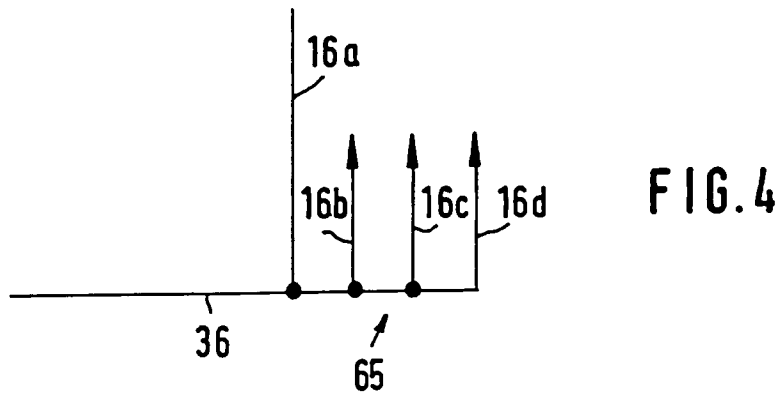


FIG. 5

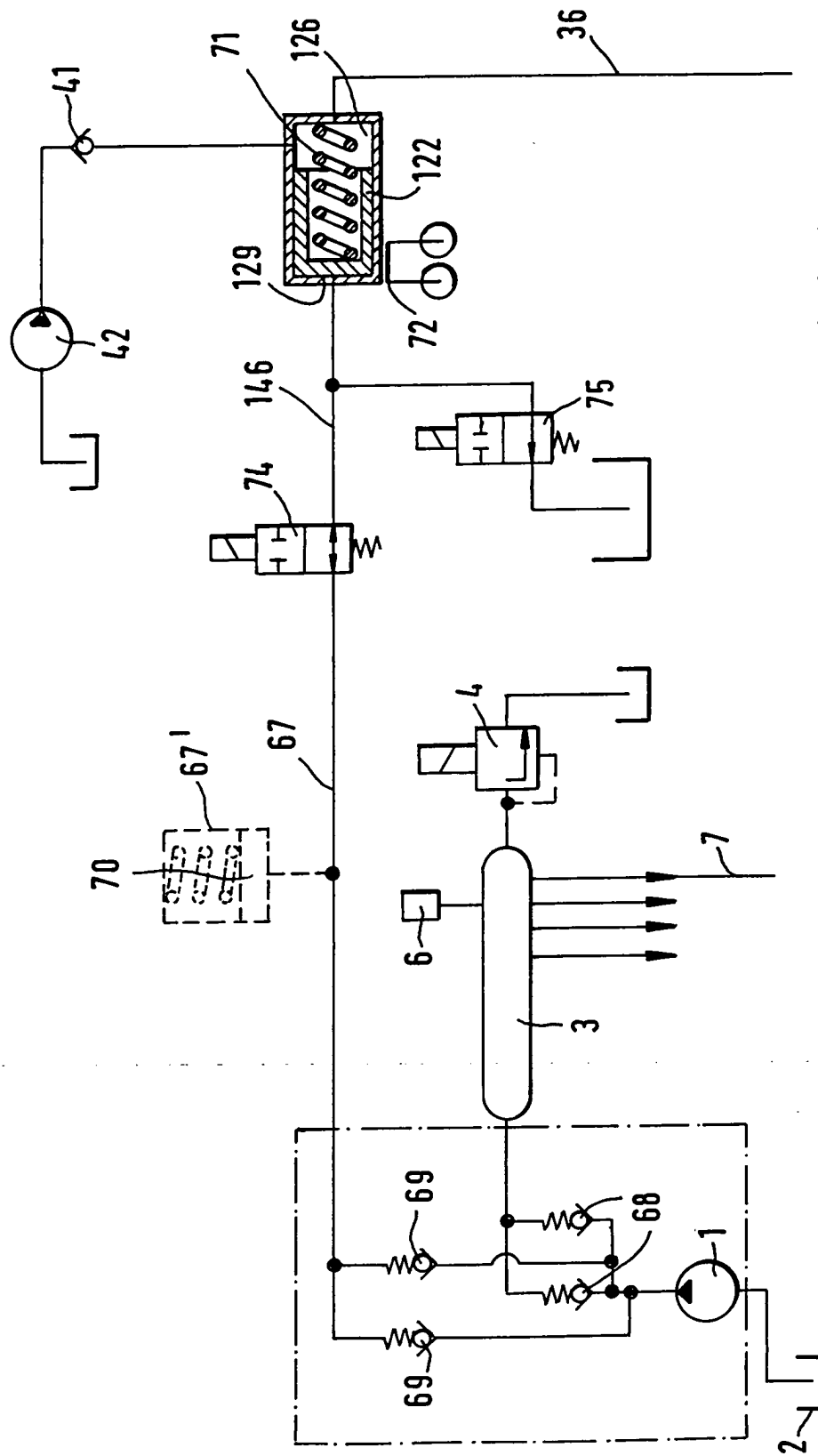


FIG. 6

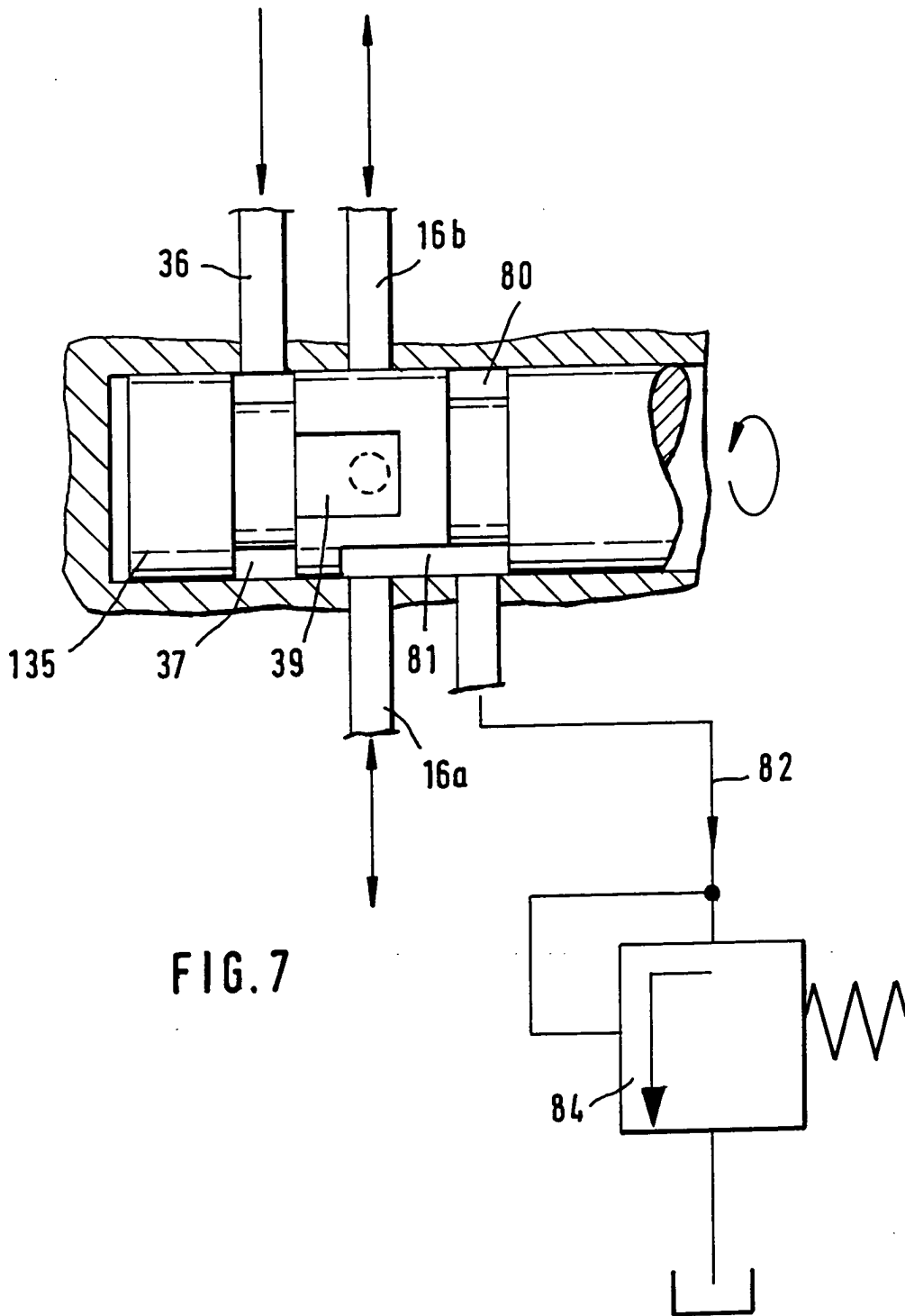


FIG. 7