

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Bei Einspritzsystemen zum Einspritzen von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in Brennräume direkteinspritzender Verbrennungskraftmaschinen kommen Einspritzsysteme mit Hochdrucksammelraum zum Einsatz. In den Hochdrucksammelraum (Common Rail) können durch das dort enthaltene Kraftstoffvolumen Druckpulsationen im Kraftstoff gedämpft werden und ein gleichbleibendes hohes Druckniveau für alle Injektoren des Einspritzsystems gewährleistet werden. Einspritzbeginn und Einspritzmenge werden durch die elektrisch ansteuerbaren Injektoren eingestellt, die sich ohne wesentliche Änderungen am Zylinderkopf von direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschinen unterbringen lassen.

Stand der Technik

[0002] EP 0 657 642 A2 bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen. Diese umfaßt einen von einer Kraftstoffhochdruckpumpe befüllbaren Hochdrucksammelraum, von dem Hochdruckleitungen zu den einzelnen Einspritzventilen abführen. Dabei sind in den einzelnen Hochdruckleitungen Steuerventile zur Steuerung der Hochdruckeinspritzung an den Einspritzventilen sowie ein zusätzlicher Druckspeicherraum zwischen diesen Steuerventilen und dem Hochdrucksammelraum eingesetzt. Um dabei zu vermeiden, daß der hohe Systemdruck ständig an den Einspritzventilen anliegt, ist das Steuerventil so ausgeführt, daß es während den Einspritzpausen am Einspritzventil dessen Verbindung zum Druckspeicherraum verschließt und eine Verbindung zwischen Einspritzventil und einem Entlastungsraum aufsteuert.

[0003] Auch DE 197 01 879 A1 bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen. Auch bei dieser Lösung aus dem Stand der Technik ist ein Entlastungskanal vorgesehen, der mit einem durch das Steuerventilglied aufsteuerbaren hydraulischen Arbeitsraum verbunden werden kann, um so eine Verstellung der Einstellposition des Steuerventilgliedes zu erreichen. Aus DD 103 691 ist eine elektromagnetisch betätigte Brennstoffeinspritzvorrichtung insbesondere für Dieselmotoren bekannt. Bei dieser wird der Brennstoff durch eine Brennstoffpumpe in einen Speicher mit konstantem Druck gefördert und von hier aus über elektromagnetisch direkt oder indirekt betätigte Verschlussorgane durch Stromimpulse entsprechender Länge den Einspritzdüsen der einzelnen Zylinder dosiert zugeführt. Vom Speicher fährt eine Kraftstoffleitung zu einer elektromagnetisch betätigten oder durch elektromagnetische Steuerung hydraulisch betätigten Ventilmadel eines Dosierventils und von hier aus weiter als Ein-

spritzleitung zu einem konventionellen federbelasteten Einspritzventil. Am Ende einer von der Einspritzleitung abzweigenden Rohrleitung ist eine weitere elektromagnetisch betätigte oder auch elektromagnetische Steuerung oder durch elektromagnetische Steuerung hydraulisch betätigte Ventilmadel eines Sicherheits- und Entlastungsventils angeordnet. Dieses sperrt während der Einspritzperiode eine Verbindung zu einer Entlastungs- und Rücklaufleitung gegen den herrschenden Einspritzdruck.

[0004] Die Forderung nach weiterer Verminderung der Schadstoff- und Geräuschmissionen bei direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschinen besteht nach wie vor. Durch eine verbesserte Injektorfunktion kann diesen Forderungen im wesentlichen entsprochen werden. Kann eine einfachere Konstruktion eines druckgesteuerten Injektors erzielt werden, wird die Beherrschbarkeit des Fertigungsprozesses solche Injektoren signifikant erhöht, so daß sich einer höhere Standardisierungsgrad bei der Fertigung von Injektoren erzielen läßt. Dies beeinflußt die Herstellkosten solcher Injektorsysteme erheblich.

[0005] Bei den in Kraftstoffeinspritzsystemen für direkteinspritzende Verbrennungskraftmaschinen herrschenden Drücken von deutlich mehr als 1400 bar, ist eine weitere Steigerung des Systemdrucks nur schwierig erzielbar. Die dafür nötige Pumpenleistung führt zwangsläufig zur Steigerung der sich einstellenden Dissipationsverluste durch Wärmeeinleitung in den Kraftstoff. Dies ist jedoch höchst unerwünscht. Andererseits sind die bisher bekannten eingesetzten Injektoren recht komplex aufgebaut und erfordern zum Beispiel eine Ablaufdrossel und eine Zulaufdrossel, Steuerkolben, zum Teil eine doppelte Nadelführung und dergleichen mehr. Um solche am kostengünstig zu fertigenden Injektor vorzunehmenden Konstruktionsmerkmale zu verwirklichen, sind aufwendige Fertigungsschritte notwendig, die die Herstellkosten eines solchen Injektors ungünstig beeinflussen.

[0006] Die notwendige Aktivierung von Ablauf- und Zulaufdrosseln unter Berücksichtigung von Voreinspritzungstoleranzen beeinträchtigen Öffnungs- und Schließverhalten der heutigen Injektorbauformen speziell für Anwendungen mit Hochdrucksammelräumen (Common Rail).

Darstellung der Erfindung

[0007] Mit den erfindungsgemäß vorgeschlagenen beiden Lösungsvarianten mit und ohne Druckübersetzungseinheit läßt sich einerseits ein standardisiertes, dem Baukastenprinzip Rechnung tragendes und somit kostengünstiges Fertigen von Injektoren erzielen. Zur zusätzlichen Drucküberhöhung kann zusätzlich das in der Kraftstoffeinspritzleitung anstehende

Kraftstoffvolumen ausgenutzt werden. Die Drucküberhöhung ist jedoch nur während der Einspritzphase vorhanden, so daß Leckagen aufgrund von Undichtigkeiten und daraus resultierenden Überströmeffekten unkritisch sind. Um ein sich durch die Drucküberhöhung der Kraftstoffeinleitung einstellende überbetonte Einspritzrate während des Zündverzuges zu vermeiden, kann ein die Einspritzrate dämpfendes Drosselelement vor dem Injektoreintritt positioniert werden. Eine überhöhte Einspritzrate wäre maßgeblich verantwortlich für eine Geräuschpegelerhöhung sowie das Ansteigen der NO_x -Emissionsanteile.

[0008] Neben der nur während des Einspritzfensters wirksamen Drucküberhöhung und der damit verbesserten Sicherheit des Injektors hinsichtlich des Dichtigkeitsverhaltens im Einspritzsystem läßt sich durch ein düsennahes 2/2-Wegeventil eine hohe Öffnungs- und Schließdynamik (rapid spill) erreichen, welche mit Drosselelementen in dieser Ausprägung bisher nicht erreichbar ist. Daneben sind der Einspritzabstand zwischen Voreinspritzphase und die sich daran anschließende Haupteinspritzphase durch das düsennahe 2/2-Wegeventil erheblich verkleinert, da kürzere Laufzeiten im Leitungssystem erzielt werden können.

[0009] Um je nach Anwendungsfall einen höheren Standdruck im Kraftstoffeinspritzsystem aufrecht erhalten zu können, läßt sich in dieses durch einfache Integration ein Druckhalteventil, zum Beispiel ein Gleichdruckventil aufnehmen.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0010] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher beschrieben.

[0011] Es zeigt:

[0012] [Fig. 1](#) ein 2/2-Wegeventil, welches einem Hochdrucksammelraum nachgeordnet ist und einer Druckübersetzungseinheit vorgeschaltet ist, die ihrerseits eine Zulaufdrossel am Injektor beaufschlagt,

[0013] [Fig. 2](#) eine weitere Ausführungsvariante, bei der die dem Injektor vorgelagerte Zulaufdrossel direkt über das 2/2-Wegeventil beaufschlagt wird und

[0014] [Fig. 3](#) Nadelhubverlauf, Schaltzustände des ersten und eines weiteren 2/2-Wegeventils, jeweils aufgetragen über den Kurbelwellenwinkel.

Ausführungsvarianten

[0015] Aus der Darstellung gemäß [Fig. 1](#) geht ein Kraftstoffeinspritzsystem mit Druckübersetzungsein-

heit mit festen Übersetzungsverhältnis i näher hervor.

[0016] Vom Kraftstoffreservoir **1** aus erfolgt das Ansaugen von Kraftstoff über eine Zuleitung **2** durch eine Hochdruckpumpe **3**. Die Hochdruckpumpe **3** ihrerseits fördert den ausgangsseitig hoch verdichteten Kraftstoff in Förderrichtung **4** zu einem Hochdrucksammelraum **5** (Common Rail). Vom Hochdrucksammelraum **5** zweigen eine entsprechend der Zylinderzahl der zu versorgenden direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine entsprechende Anzahl (1-n) von Zuleitungen zu den eine Einspritzdüse **23** aufweisenden Injektoren **6**, **21** ab.

[0017] Aus Gründen der darstellerischen Vereinfachung ist lediglich eine Hochdruckzuleitung **12** zu einem Injektor **21** in der Darstellung gemäß [Fig. 1](#) in allen Details wiedergegeben. Die Hochdruckzuleitungen **12** zu den (1-n) weiteren Injektoren **6**, **21** der Verbrennungskraftmaschine sind in analoger Weise beschaffen.

[0018] Der Hochdrucksammelraum **5** (Common Rail) beaufschlagt die einzelnen Hochdruckleitungen **12**, die sich vom Hochdrucksammelraum **5** zu den Injektoren **6**, **21** im Zylinderkopfbereich einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine befinden derart, daß auch bei größeren Kraftstoffentnahmen in einer Hochdruckzuleitung **12** durch den über diesen beaufschlagten Injektor **21** das Druckniveau im Hochdrucksammelraum **5** im wesentlichen konstant bleibt. Dies gelingt durch eine entsprechend dimensionierte Kraftstoffhochdruckpumpe **3**, die den Kraftstoff vom Kraftstoffreservoir kontinuierlich in den Hochdrucksammelraum **5** fördert. Durch das im Inneren des Hochdrucksammelraumes **5** enthaltene Kraftstoffvolumen werden einerseits Druckpulsationen im Kraftstoff bei schlagartigem Öffnen der einzelnen Injektoren vermieden; andererseits läßt sich durch das Speichervolumen des Hochdrucksammelraumes **5** ein auf extrem hohem Niveau liegender Druck beibehalten.

[0019] In einer vom Hochdrucksammelraum **5** aus abzweigenden Hochdruckleitung **12** ist ein erstes Wegeventil **7** aufgenommen. Das Wegeventil **7** kann beispielsweise als ein Magnetventil beschaffen sein, welches als 2/2-Wege-Ventil konfiguriert ist. In der in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsvariante der Erfindung ist das erste Druckminderventil in seine Sperrstellung **8** geschaltet. Betätigt wird der Ventilkörper des ersten Wegeventiles **7** mittels eines Magneten **11**, der der Stellkraft eines Federelementes **10** auf der gegenüberliegenden Seite des ersten Wegeventiles **7** entgegenwirkt. Über den Magneten **11** kann das erste Wegeventil **7** von seiner Sperrstellung **8** in eine Freigabestellung geschaltet werden, die in der Darstellung gemäß [Fig. 1](#) mit Bezugszeichen **9** bezeichnet ist. Wird das erste Wegeventil **7** durchgeschaltet, steht über die Hochdruckleitung **12** an einer

gemäß dieser Ausführungsvariante vorgesehenen Druckübersetzungseinheit **14** an der Fläche **15** (A_1) Hochdruck an. Das Kolbenelement der Übersetzungseinheit **14** ist über eine Rückstellfeder **16** beaufschlagt; die untere Fläche A_2 , gekennzeichnet mit Bezugszeichen **17**, begrenzt eine verschiebbare Wandung eines Druckraums **18**, der von den Außenwänden der Druckübersetzungseinheit **14** begrenzt wird. Parallel zur Druckübersetzungseinheit **14** in der Hochdruckzuleitung **12** ist ein Rückschlagventil geschaltet, dessen Leitungsabschnitte mit Bezugszeichen **13** bzw. **20** bezeichnet sind. Über dieses kann einerseits ein bestimmter Standdruck in der Hochdruckzuleitung **12** bei nicht aktivem Injektor **21** erzielt werden; andererseits lassen sich über das Rückschlagventil im Rückschlagkreis **13**, **20** Kraftstoffvolumina über diese als Bypassleitung wirkende Leitung an der Ablaufseite, d.h. dem Druckraum **18** des Druckübersetzers **14** neu vorlagern. Damit ist der Druckausgleich zwischen der Vorlaufseite, gegeben durch die Fläche **15** und der Ablaufseite, dargestellt durch die Fläche **17** des Druckraumes **18** am Kolbenelement der Druckübersetzungseinheit **14** sichergestellt.

[0020] Der Druckübersetzungseinheit **14** gemäß der Ausführungsvariante in [Fig. 1](#) ist ein Zulaufdrossелеlement **19** nachgeschaltet. Mittels dieses Drossелеlementes **19**, welches eintrittsseitig einem Injektor **21** vorgeordnet ist, kann eine Überbetonung der Einspritzrate innerhalb der Zündverzugsphase, d.h. zu Beginn der Verbrennung im Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine unterdrückt werden. Die Einspritzrate ist zu Beginn des Zündverzugs besonders gering zu halten, um eine unzulässige Geräusch- bzw. NO_x -Überhöhung an der direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine zu verhindern.

[0021] Im über die eintrittsseitig vorgesehene Zulaufdrossel **19** beaufschlagten Injektor **21** ist eine in vertikaler richtung bewegbare Düsennadel **22** vorgesehen, die einerseits über ein im Injektorgehäuse aufgenommenes Federelement beaufschlagt ist und andererseits von einem Düsenraum umschlossen ist, der mit einer Druckstufe versehen ist. Wird der Düsenraum mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt, entsteht an der Druckstufe eine der Schließkraft der Dichtfeder entgegengesetzte Kraft, so daß die Düsennadel **22** in vertikaler Richtung nach oben auffährt und eine Einspritzöffnung an der Einspritzdüse **23** freigibt.

[0022] Der eintrittsseitig in bezug auf den Injektor **21** positionierten Zulaufdrossel **19** ist eine Absteuerleitung **25**, **31** zugeordnet, in welcher ein weiteres Wegeventil **26** aufgenommen ist. Das Wegeventil **26**, welches bevorzugt besonders düsenah angeordnet ist, um kurze Leitungswege zu realisieren, läßt sich beispielsweise über einen Magneten **29**, der einer durch ein Federelement **30** erzeugten Rückstellkraft

entgegenwirkt, ausbilden. Im in [Fig. 1](#) dargestellten Zustand befindet sich das weitere Wegeventil **26** in Sperrstellung **27**, d.h. die sich zu einem Kraftstoffreservoir **32** erstreckende Absteuerleitung **25**, **31** ist geschlossen. Bei Aktivierung des Magneten **29** läßt sich das weitere Wegeventil **26** in eine Freigabestellung **28** schalten, so daß das am Injektor **21** eintrittsseitig anstehende Druckniveau durch Ansteuerung des Magneten **29** des weiteren Wegeventils **26** sehr schnell (rapid spill) in den Kraftstofftank **32** abgesteuert werden kann. Daneben ist am Injektorgehäuse eine Leckageleitung **24** ausgeführt, mit welcher überströmendes Kraftstoffvolumen im Kraftstoffreservoir **32** aufgefangen werden kann. Der Druckübersetzungseinheit **14** ist ebenfalls eine mit Bezugszeichen **34** identifizierte Leckageleitung zugeordnet, über welche überschüssiges Kraftstoffvolumen ebenfalls in das Kraftstoffreservoir **32** abströmen kann.

[0023] Mit der in der Darstellung gemäß [Fig. 1](#) wiedergegebenen Lösungsvariante läßt sich das Einspritzsystem in den Spritzpausen unmittelbar am Austritt des Hochdrucksammelraumes **5** durch Betätigung des ersten Wegeventils **7** vom Hochdruck trennen. Der von der Hochdruckzuleitung **12** versorgte Injektor **21** wird somit ausschließlich nur im relevanten Einspritzfenster unter Hochdruck gesetzt. Die sich an der Druckübersetzungseinheit **14** einstellende Druckerhöhung erfolgt bei Aufsteuerung des ersten Wegeventils **7** von seiner Sperrstellung **8** in seine Freigabestellung **9** je nach konstruktiver Ausgestaltung der Druckübersetzungseinheit **14** in einem fest definierten Verhältnis i .

[0024] Das Absteuern des unter hohem Druck stehenden Kraftstoffes vom Injektor **21** erfolgt nach Überführen des ersten Wegeventils **7** von seiner Freigabestellung **9** in seine Sperrstellung **8**. Danach erfolgt eine Öffnung des weiteren Wegeventils **26** von seiner Sperrstellung **27** in dessen Offenstellung **28**, so lange bis die Düsennadel **22** des Injektors **21** über die Federrückstellkraft in den Sitz gedrückt wird und die Einspritzdüse **23** verschließen kann. Gleichzeitig erfolgt ein Rücksetzen des Übersetzerkolbens der Druckübersetzungseinheit durch die Rückstellfeder **16** unter Verdrängung des Kraftstoffes, so daß der Übersetzerkolben seine Ausgangsstellung einnimmt. Gleichzeitig erfolgt über die Bypassleitung **13**, **20** an der Ablaufseite, d.h. der Druckseite **18** der Übersetzungseinheit **14**, ein Aufbau eines neuen Kraftstoffvolumens, d.h. ein Druckausgleich zwischen der oberen Fläche **15** der Übersetzungseinheit und dem Druckraum im über dem Übersetzerkolben beaufschlagten Druckraum **18** der Übersetzungseinheit **14**.

[0025] Durch die düsenah Anordnung des weiteren Wegeventils **26**, welches beispielsweise als 2/2-Wege-Ventils ausgestaltet sein kann, ist eine Verbesserung der Öffnungs- und Schließdynamik (rapid

spill) am Injektor **21** möglich. Dadurch lassen sich wesentlich verkürzte Einspritzabstände zwischen einer Voreinspritzphase und einer Haupteinspritzphase erzielen, so daß sich unterschiedlichste Anforderungen an die Formung des Einspritzverlaufes mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung erzielen lassen. Durch die Zwischenschaltung einer Druckübersetzungseinheit **14** in die Hochdruckzuleitung **12** vom Hochdrucksammelraum **5** zum Injektor **21** kann überdies eine überaus unerwünschte Temperaturerhöhung durch Dissipationsverluste beim Verdichten des Kraftstoffes verringert werden. Somit lassen sich mit einfachen konstruktiven Maßnahmen Druckerhöhungen unter Ausschluß der Nachteile erzielen, die bei einer Druckerhöhung mittels einer größer dimensionierten Hochdruckpumpe auftreten können.

[0026] Aus der Darstellung gemäß [Fig. 2](#) geht eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Lösung hervor, bei der eine dem Injektor eintrittsseitig vorgelagerte Zulaufdrossel über ein Druckminderventil direkt beaufschlagt wird.

[0027] Bei dieser Ausführungsvariante eines Kraftstoffeinspritzsystems mit hoher Öffnungs- und Schließdynamik (rapid spill) ist in den jeweiligen Hochdruckleitungen **12** zu den Injektoren **6, 21** im Zylinderkopfbereich einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine keine Druckübersetzungseinheit **14** enthalten. Die Druckübersetzungseinheit **14** kann in der Hochdruckleitung **12** gemäß des Baukastenprinzips integriert werden, wenn an direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschinen, z.B. an Hochleistungsdieselmotoren oder Nutzkraftfahrzeugmotoren höhere Einspritzdrücke an der Einspritzdüse **23** zu realisieren sind. Wird ein Kraftstoffeinspritzsystem gefordert, welches ein eher mäßiges Einspritzdruckniveau an der Einspritzdüse **23** erfordert, kann eine Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Lösung gemäß der Darstellung in [Fig. 2](#) zum Einsatz kommen. Auch bei dieser Ausführungsvariante wird über eine Hochdruckpumpe **3** in Förderrichtung **4** ein Hochdrucksammelraum **5** (Common Rail) mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Über die einzelnen Abzweige **6** werden eine Anzahl 1-n von Injektoren, die der Anzahl der Zylinder einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine entspricht, mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. In den einzelnen Zuleitungen **12** zu den einzelnen Injektoren **21** im Zylinderkopfbereich der direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine ist hochdruckraumseitig ein erstes Wegeventil **7** angeordnet, welches bevorzugt als 2/2-Wegeventil ausgebildet und über Magneten **11** betätigt ist. Das erste Wegeventil **7** läßt sich von einer Sperrstellung **8** in eine Freigabestellung **9** und umgekehrt schalten. Über dieses läßt sich die Hochdruckzuleitung **12** durchschalten, so daß ein dem Injektor **21** vorgeschaltetes, eintrittsseitig vorgesehene Drosselelement **19** mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff

beaufschlagt wird. Das Drosselelement **19** dient einer Verhinderung der Überbetonung der Einspritzrate innerhalb der Zündverzugsphase, in der eine unzulässig hohe Geräusch- bzw. NO_x-Entwicklung auftreten kann. Von der Hochdruckzuleitung **12** aus abzweigend ist eine Absteuerleitung **25** bzw. **31** dargestellt, die in ein Kraftstoffreservoir **32** mündet. In der Absteuerleitung **25, 31** ist analog zur Darstellung des Einspritzsystems gemäß [Fig. 1](#) ein weiteres Wegeventil **26** integriert, welches bevorzugt als 2/2-Wegeventil beschaffen ist. Auch dieses Druckminderventil läßt sich mittels eines Magneten **29** von einer Sperrstellung **27** in eine Freigabestellung **28** bringen. Dem Gehäuse des Injektors **21** ist eine Abströmleitung **24** zugeordnet, über welche die sich am Injektorgehäuse einstellenden Leckagemengen von Kraftstoff ebenfalls in das Kraftstoffreservoir **32** geleitet werden können.

[0028] Auch bei dieser Ausführungsvariante der Erfindung kann das Hochdrucksystem in den Spritzpausen am Austritt des Hochdrucksammelraumes **5** mittels des ersten Wegeventils **7** vom Hochdruck abgekoppelt werden. Der über die Hochdruckzuleitung **12** beaufschlagte Injektor **21** wird somit ausschließlich nur im relevanten Einspritzfenster unter Hochdruck gesetzt. Während des Einspritzvorganges kann die sich in der Einspritzleitung, d.h. der Hochdruckzuleitung **12** einstellende Drucküberhöhung ausgenutzt werden. Wird ein höherer Standdruck in der Hochdruckzuleitung **12** erwünscht, kann in dieses ein hier nicht dargestelltes Druckhalteventil, z.B. ein Gleichdruckventil eingebaut werden. Durch die düssenahen Anordnung des weiteren Wegeventiles **26** kann eine Verkürzung des zeitlichen Abstandes zwischen einer vorzunehmenden Voreinspritzphase und einer sich an diese anschließenden Haupteinspritzphase erzielt werden. Eine hohe Öffnungs- und Schließdynamik durch eine Druckentlastung der Hochdruckleitung **12** sowie des Injektors **21** durch ein lediglich dem Ausgang des Hochdrucksammelraums **5** (Common Rail) zugeordnetes 3/2-Wegeventil oder ein 2/2-Wegeventil kann aufgrund der langen Laufzeiten im Leitungssystem nicht zur Verbesserung der Öffnungs- bzw. Schließdynamik (rapid spill) herangezogen werden.

[0029] Aus der Darstellung gemäß [Fig. 3](#) geht der Verlauf des Nadelhubweges sowie die Schließzustände der Druckminderventile, jeweils aufgetragen über den Kurbelwellenwinkel, näher hervor.

[0030] Das erste Wegeventil **7** verbleibt bis zum Förderbeginn **37** in seiner Sperrstellung **8**, d.h. die betreffende Hochdruckzuleitung **12** zum Injektor **21** vom Hochdrucksammelraum **5** gespeist, ist verschlossen. Zu Förderbeginn wird der Magnet **11** des ersten Wegeventils **7** angesteuert. Das Ventil geht von seiner Sperrstellung in seine Freigabestellung **9** über. Nach einem zeitlichen Versatz erfolgt der Ein-

spritzbeginn an der Einspritzdüse **23** der Düsennadel **22** mit vorgegebener Druckflanke. Die Düsennadel **22** fährt durch den ständig steigenden Einspritzdruck aus ihrem Sitz aus und erreicht ein Hubwegmaximum gegen Ende des Einspritzendes (Bezugszeichen **38**). Zu diesem Zeitpunkt **38** endet die Förderung, d.h. das erste Wegeventil **7** geht von seiner Offenstellung **9** in seine Sperrstellung **8** über. Zeitversetzt zum Schließen des ersten Wegeventiles **7** um nur wenige Grad Kurbelwellenwinkel **35**, öffnet das düsenah angeordnete weitere Wegeventil **26** von seinem geschlossenen Zustand **27** in seine Freigabestellung **28**. Dadurch wird ein rascher Absteuervorgang in die Absteuerleitung **25**, **31** in das dieser nachgeordnete Kraftstoffreservoir **32** eingeleitet. Während des Versatzes zwischen Förderende **38** und Beginn des Öffnens des weiteren, düsenah angeordneten Wegeventils **26** wird die in der Hochdruckleitung **12** erzeugte Drucküberhöhung für die Einspritzung während der aufgesteuerten Düsennadel **22**, d.h. freigegebener Einspritzdüse **23**, ausgenutzt. Mit Bezugszeichen **40** ist das Einspritzende bezeichnet, zu welchem das erste Wegeventil **7** in seiner Sperrstellung **8** verharrt, während zu diesem Zeitpunkt das zweite Wegeventil **26**, welches düsenah angeordnet ist, noch geöffnet ist. Während der Freigabestellung **28** des weiteren Wegeventiles **26** kann der Injektor auch nach Förderende **40** weiter druckentlastet werden. Je nachdem, welches Druckniveau in der Kraftstoffhochdruckleitung **12** zum Injektor **6** bzw. **21** gewünscht wird, kann der Standdruck in dieser Leitung durch ein in dieser vorzusehendes Gleichdruckventil, welches als Druckhalteventil dient, aufrechterhalten werden.

[0031] Die gemäß den in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsvarianten konfigurierten Einspritzsysteme lassen weitestgehend standardisierte Injektorkonstruktionen zu. Je nach Bedarf und zu erzielendem Druckniveau lassen sich in diese Druckübersetzungseinheiten **14** ([Fig. 1](#)) integrieren oder fortlassen. Im erfindungsgemäß konfigurierten Einspritzsystem stehen die Injektoren **6**, **21** nur während der Einspritzphasen unter Hochdruck. Sicherheit und Leckagen sind entsprechend unkritisch; es lassen sich hohe Öffnungs- und Schließdynamiken (rapid spill) erzielen. Dies wird insbesondere durch ein düsenah angeordnetes weiteres Wegeventil **26** erzielt, durch welches eine Absteuerung des Einspritzvolumens in ein Kraftstoffreservoir **32** erfolgt. Ferner läßt sich mit dem erfindungsgemäß konfigurierten Einspritzsystem der Abstand zwischen der Voreinspritzphase und der Haupteinspritzphase durch die düsenah Anordnung des weiteren Wegeventiles **26** minimieren. Während des Einspritzvorganges kann die sich in der Hochdruckzuleitung **12** vom Hochdrucksammelraum **5** aus erstreckende Drucküberhöhung für die Einspritzung ausgenutzt werden.

Bezugszeichenliste

1	Kraftstoffreservoir
2	Zuleitung
3	Hochdruckpumpe
4	Förderrichtung Hochdruckpumpe
5	Hochdrucksammelraum (Common Rail)
6	Injektoren 1-n
7	erstes Wegeventil
8	Sperrstellung
9	Freigabestellung
10	Feder
11	Magnet
12	Hochdruckzuleitung
13	Abzweig Rückschlagventil
14	Druckübersetzungseinheit
15	Fläche A ₁
16	Rückstellfeder
17	Fläche A ₂
18	Druckraum
19	Zulaufdrossen Injektor
20	Abzweig Rückschlagventil
21	Injektor
22	Düsennadel
23	Einspritzdüse
24	Abströmöffnung
25	Absteuerleitung
26	weiteres Wegeventil
27	Sperrstellung
28	Freigabestellung
29	Magnet
30	Rückstellfeder
31	Kraftstoffrücklauf
32	Tank
33	Pegel
34	Leckagenleitung
35	Grad Kurbelwellenwinkel
36	Wegverlauf
37	Förderbeginn
38	Förderende
39	Einspritzbeginn
40	Einspritzende
41	Einspritzfenster
42	"offen" = 9,28
43	"zu" = 8,27
44	Nadelhubweg

Patentansprüche

1. Einspritzsystem zum Einspritzen von Kraftstoff in die Brennräume von Verbrennungskraftmaschinen mit einem Hochdrucksammelraum (**5**), der über eine Hochdruckpumpe (**3**) mit Druck beaufschlagt wird und über den eine Anzahl (1-n) von Injektoren (**6**, **21**) mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt wird, wobei in den einzelnen Injektoren (**6**, **21**) ein die Einspritzdüse (**23**) verschließende bzw. freigebbare Düsennadel (**22**) aufgenommen ist, wobei dem Hochdrucksammelraum (**5**) nachgeordnet in einer Hochdruckleitung (**12**) zu den Injektoren (**6**, **21**)

ein erstes Wegeventil (7) aufgenommen ist, wobei düsennah von der Hochdruckleitung (12) eine Absteuerleitung (25, 31) abzweigt, wobei die Absteuerleitung (25, 31) über ein düsennah in dieser aufgenommenes weiteres Wegeventil (26) aufsteuerbar ist und wobei dem hochdrucksammelraumseitig vorgesehenen Wegeventil (7) in der Hochdruckleitung (12) zwischen dem ersten Wegeventil (7) und der Abzweigung der Absteuerleitung (25, 31) eine Druckübersetzungseinheit (14) zugeordnet ist.

2. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wegeventile (7, 26) als 2/2-Wege-Magnetventile ausgeführt sind.

3. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den (1-n) Injektoren (6, 21) des Einspritzsystemes eintrittsseitig eine Zulaufdrossel (19) zugeordnet ist.

4. Einspritzsystem gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Zulaufdrossel (19) in der Hochdruckleitung (12) zwischen der Druckübersetzungseinheit (14) und der Abzweigung der Absteuerleitung (25, 31) angeordnet ist.

5. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Hochdruckzuleitung (12) ein Druckhalteventil integriert ist.

6. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Druckübersetzungseinheit (14) in einer Parallelleitung (13, 20) ein Rückschlagventil parallel geschaltet ist.

7. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere, düsennahe Wegeventil (26) so lange in seiner Offenstellung (26) gehalten wird, bis die Düsennadel (22) in ihren Sitz gedrückt ist und die Druckübersetzungseinheit (14) ihre Ausgangsposition angenommen hat.

8. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch die düsennahe Anordnung des weiteren Wegeventils (26) ein rasches Aufsteuern des Einspritzdruckes über eine Absteuerleitung (25, 31) in ein Reservoir (32) begünstigt ist.

9. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Förderende (38) des unter hohem Druck stehenden Kraftstoffes die Wegeventile (7, 26) für wenige Grad Kurbelwinkel (35) gemeinsam ihre Schließstellung (8, 27) annehmen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

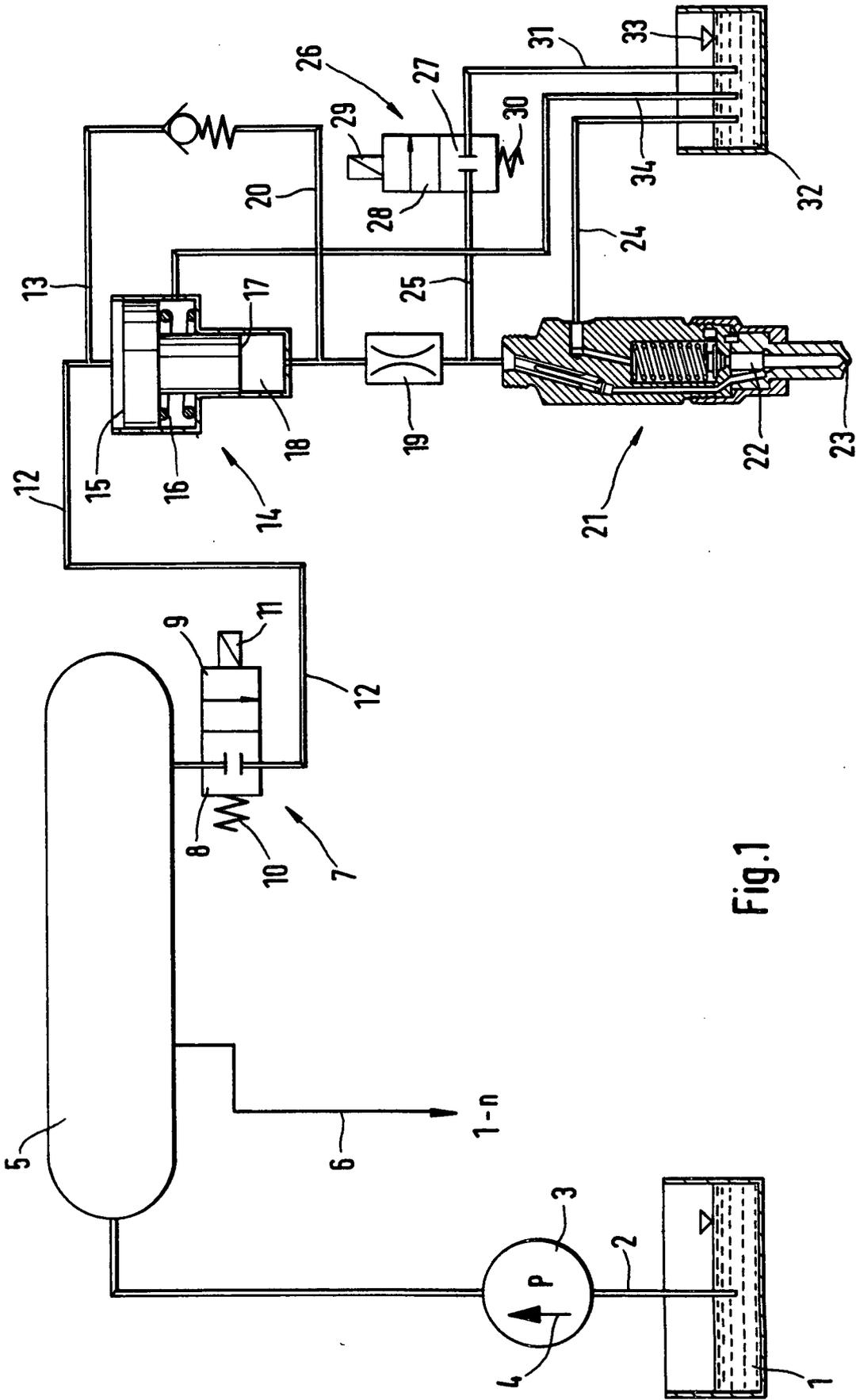


Fig.1

Fig.2

