



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 040 680 A1** 2010.01.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 040 680.5**

(22) Anmeldetag: **24.07.2008**

(43) Offenlegungstag: **28.01.2010**

(51) Int Cl.⁸: **F02M 47/02** (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

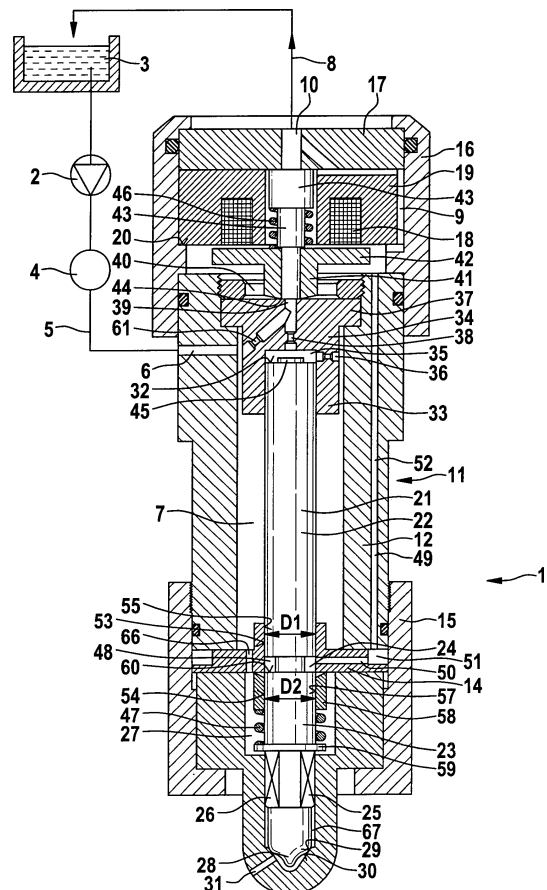
(72) Erfinder:

**Burger, Matthias, 71711 Murr, DE; Magel,
Hans-Christoph, 72764 Reutlingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftstoff-Injektor**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor (1), insbesondere Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem zwischen einer Öffnungsstellung und einer Schließstellung verstellbaren, mehrteiligen Einspritzventilelement (21), wobei ein erstes Teil (22) und ein zweites Teil (23) des Einspritzventilelementes (21) über einen hydraulischen Koppler (24) miteinander gekoppelt sind, der axial von einer ersten Führung (53) für das erste Teil (22) und von einer zweiten Führung (54) für das zweite Teil (23) begrenzt ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die erste und die zweite Führung (53, 54) zumindest abschnittsweise radial außen mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umgeben sind, und dass im hydraulischen Koppler (24) ein geringerer Druck realisiert ist, als radial außerhalb der Führungen (53, 54).



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus der DE 10 2006 008 648 A1 ist ein als Common-Rail-Injektor ausgebildeter Kraftstoff-Injektor bekannt, der ein zweiteiliges Einspritzventilelement aufweist, welches über ein Steuerventil (Servo-Ventil) ansteuerbar ist. Die beiden Teile des Einspritzventilelementes sind über einen hydraulischen Koppler miteinander gekoppelt. Im Ruhezustand des Kraftstoff-Injektors herrscht im hydraulischen Koppler Raildruck. Der bekannte Kraftstoff-Injektor ist leakagearm, d. h. ohne Niederdruckstufe ausgeführt. Zum Erzielen einer ausreichenden hydraulischen Nadel-schließkraft ist in einem einen unteren Düsenraum mit Kraftstoff versorgenden Verbindungskanal eine Schließdrossel eingebracht. Nachteilig bei dem bekannten Kraftstoff-Injektor ist es, dass die beiden Teile des Einspritzventilelementes nicht wie ein einziges Teil, sondern verzögert bei einer Ansteuerung des Einspritzventilelementes reagieren. Dies kann nur durch sehr schnell schaltende Steuerventile kompensiert werden, was jedoch mit höheren Kosten verbunden ist.

Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen alternativen Kraftstoff-Injektor vorzuschlagen, bei dem mindestens zwei Einspritzventilelementteile über einen leakagearmen hydraulischen Koppler miteinander gekoppelt sind.

Technische Lösung

[0004] Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in der Beschreibung, den Ansprüchen und/oder den Figuren offenbarten Merkmalen.

[0005] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, eine starke Verpressung der beiden separaten, mittels des hydraulischen Kopplers gekoppelten (wirkverbundenen), Einspritzventilelementteile dadurch zu erreichen, dass der hydraulische Koppler, genauer ein Kopplerraum des Kopplers, insbesondere dauerhaft, mit einer Niederdruckquelle, insbesondere einem mit einem Injektorrücklauf verbundenen Nieder-

druckbereich des Injektors, verbunden ist. Aufgrund des im Vergleich zum Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors reduzierten Drucks innerhalb des hydraulischen Kopplers werden die Einspritzventilelementteile während des Betriebs des Kraftstoff-Injektors permanent und mit erheblichen Kräften miteinander verbunden, sodass sie aus Funktionssicht als einteilig betrachtet werden können. Dieser Effekt ist gerade bei einer Mehrfacheinspritzung von signifikantem Vorteil, da im Vergleich mit bekannten, nicht druckreduzierten hydraulischen Kopplern ein Unterdruck im hydraulischen Koppler nicht erst mit dem Einspritzventilelementhub aufgebaut werden muss. Im Vergleich zu einem einteiligen Einspritzventilelement wird der Vorteil erzielt, dass auf eine auf aktuelle Fertigungsabläufe abgestimmte Logistik zurückgegriffen werden kann. Darüber hinaus ist es möglich, den Düsenadelteil des Einspritzventilelementes aus einem anderen Material auszubilden, als den Steuerstangenteil, wodurch die Einspritzventilelementteile optimal angepasst werden können. Um die durch die den hydraulischen Koppler, genauer den Kopplerraum, axial begrenzenden Führungsspalte hindurchströmende Leckagemenge zu minimieren, ist bei einem nach dem Konzept der Erfindung ausgebildeten Kraftstoff-Injektor vorgesehen, dass beide Führungen zumindest abschnittsweise radial außen mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umgeben sind. Anders ausgedrückt, ist das mindestens eine die Führungsspalte radial außen begrenzenden Injektorbauteil in einem Bereich radial außerhalb des jeweiligen, zwischen dem mindestens ein Injektorbauteil und dem Einspritzventilelement ausgebildeten Führungsspalt mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umgeben, wodurch eine Aufweitung der Führungsspalte durch in die Führungsspalte eindringenden, unter Hochdruck stehenden Kraftstoff vermieden wird. Noch anders ausgedrückt wird eine Aufweitung des einen oder der die Führungsspalte begrenzenden Injektorbauteil(e) dadurch minimiert, dass der Druck in den Führungsspalten zumindest näherungsweise genauso groß ist wie außerhalb des/der Injektorbauteil(e) in einem Bereich radial außerhalb der Führungsspalte. Auf die beschriebene Weise wird besonders elegant eine starke hydraulische Kopplung zweier Einspritzventilelementteile unter Zuhilfenahme eines, insbesondere wesentlich, geringeren Drucks als der Raildruck erreicht, ohne dass hierbei besonders große Leckagemengen anfallen.

[0006] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass innerhalb des hydraulischen Kopplers eine Niederdruckstufe realisiert ist, die eine in Schließrichtung auf das Einspritzventilelement wirkende hydraulische Kraft verursacht. Hierdurch kann die Einspritzventilelementschaftzeit beschleunigt werden. Da die von der Niederdruckstufe erzeugte, hydraulische, auf das Einspritzventilelement wirkende, Schließkraft raildruckabhängig ist, wirkt diese

Schließkraft nicht erst während der Einspritzung, wie bei einer Schließdrossel, sondern permanent. Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn auf eine zusätzliche Schließdrossel, die den Kraftstoffdruck im Bereich der Einspritzventilelementstütze im Vergleich zum Kraftstoffdruck im Bereich eines Zulaufkanals des Kraftstoff-Injektors verringert, verzichtet wird. Durch das Vorsehen einer Schließdrossel würde der effektive Einspritzdruck um etwa bis zu 150 bar reduziert. Hierauf kann aufgrund des Vorsehens einer Niederdruckstufe im hydraulischen Koppler mit Vorteil verzichtet werden. Die Niederdruckstufe wird bevorzugt dadurch realisiert, dass der Durchmesser des zur Düsenlochanordnung benachbarten Einspritzventilelementteils (Düsennadel) im Vergleich zu dem Durchmesser des düsenlochfernen Einspritzventilelementteils in einem den hydraulischen Koppler begrenzenden Abschnitt (etwas) reduziert wird. Anders ausgedrückt ist der Führungsdurchmesser der der Düsenlochanordnung zugewandten Führung bevorzugt etwas geringer als der Führungsdurchmesser der anderen, den hydraulischen Koppler axial begrenzenden (insbesondere oberen) Führung.

[0007] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der der hydraulische Koppler über einen Verbindungskanal an einen Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors angeschlossen ist. Hierdurch kann der Druck im hydraulischen Koppler im Vergleich zum Raildruck erheblich reduziert werden. Für den Fall, dass der Verbindungskanal, zumindest näherungsweise, drosselfrei ausgebildet ist, herrscht innerhalb des hydraulischen Kopplers, zumindest näherungsweise, Niederdruck, vorzugsweise in einem Druckbereich zwischen etwa 0 und 20 bar.

[0008] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass zumindest eine der beiden, den hydraulischen Koppler begrenzenden Führungen von einem hülsenförmigen Fortsatz eines Plattenelementes gebildet ist, wobei dieser hülsenförmige Fortsatz, zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollständig, radial außen von unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umgeben ist. Besonders bevorzugt ist es dabei, in dem Plattenelement einen Abschnitt des Verbindungskanals, insbesondere als Radialkanal, vorzusehen, der den hydraulischen Koppler mit dem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors verbindet. Bevorzugt mündet in den Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors nicht nur der genannte Verbindungskanal, sondern auch ein Ablaufkanal aus einer Steuerkammer, über den bei geöffnetem Steuerventil Kraftstoff aus der Steuerkammer in Richtung Injektorrücklauf abströmt.

[0009] Besonders bevorzugt ist eine Konstruktionsvariante, bei der in dem Plattenelement mindestens ein, vorzugsweise drosselfreier, Axialkanal vorgesehen ist, durch den Kraftstoff bei geöffnetem Einspritzventilelement in axialer Richtung zur Düsenlochan-

ordnung strömen kann.

[0010] Besonders zweckmäßig ist es, wenn das Plattenelement zwischen einem (oberen) Injektorkörper und einem (unteren) eine Düsenlochanordnung aufweisenden Düsenkörper angeordnet, also zwischen diesen Gehäuseteilen verspannt ist. Bevorzugt wird dabei der Düsenkörper mittels einer Überwurfmutter mit einem Außengewinde des Injektorkörpers verschraubt.

[0011] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der zumindest eine der den Koppler axial begrenzenden Führungen von einer in einem Hochdruckraum angeordneten, insbesondere federkraftbeaufschlagten, Hülse gebildet ist. Besonders zweckmäßig ist dabei eine Ausführungsform, bei der die Hülse von der Feder in axialer Richtung gegen das zuvor erläuterte Plattenelement gepresst wird. Dabei ist eine Ausführungsform besonders bevorzugt, bei der es sich bei dieser Feder gleichzeitig um die ein Einspritzventilelementteil in Richtung der Düsenlochanordnung beaufschlagende Schließfeder handelt, die sich einenends an der Hülse und anderenends am Einspritzventilelementteil, insbesondere an einem Umfangsbund oder einem Sicherungsring des Einspritzventilelementteils, abstützt.

[0012] Wie zuvor erläutert, ist es möglich, den hydraulischen Koppler auf den am Injektorrücklauf anliegenden Niederdruck zu legen. Es ist jedoch auch eine Ausführungsform realisierbar, bei der der Druck im hydraulischen Koppler so dimensioniert wird, dass er zwar unter dem Hochdruck des Kraftstoffs außerhalb der den hydraulischen Koppler begrenzenden Führungen, jedoch oberhalb des Niederdrucks im Bereich des Injektorrücklaufs liegt. Hierzu wird bevorzugt in dem den hydraulischen Koppler mit dem Niederdruckbereich verbindenden Verbindungskanal mindestens eine Drossel angeordnet. Diese ist dabei so abgestimmt, dass der Druck im hydraulischen Koppler höher ist als im Bereich des Injektorrücklaufs. Durch die Realisierung eines im Vergleich zum Niederdruck im Injektorrücklaufbereich höheren (Nieder-)Drucks im hydraulischen Koppler wird die Bauteilbelastung im Bereich des hydraulischen Kopplers reduziert. Da aufgrund des Vorsehens der Drossel im Verbindungskanal der Druck im hydraulischen Koppler nun lastabhängig ist, ist es bevorzugt, im Fall des Vorsehens einer derartigen Drossel, auf eine Niederdruckstufe im hydraulischen Koppler zu verzichten, sodass der hydraulische Koppler nicht mehr die Funktion hat, eine hydraulische Schließkraft zu erzeugen, sondern ausschließlich eine Kopplungsfunktion. Durch den etwas erhöhten Druck im hydraulischen Koppler wird die sowieso schon geringe Leckagemenge, die durch die Führungen in den hydraulischen Koppler und damit in den Niederdruckbereich abströmt, noch weiter reduziert. Bevorzugt ist die Drossel so ausgelegt, dass der Druck im hydrau-

lischen Koppler etwa dem halben Raildruck entspricht.

[0013] Bevorzugt wird in diesem Fall zum Erzeugen einer hydraulischen Schließkraft eine Schließdrossel vorgesehen, die derart dimensioniert ist, dass der Druck im Bereich der Spitze des Einspritzventilelementes geringer ist, vorzugsweise um etwa 50 bis 200 bar, als der Raildruck.

[0014] Konstruktiv besonders elegant ist eine Ausführungsform, bei der eine derartige Schließdrossel in einem Injektorbauteil angeordnet ist, das radial innen eine Steuerkammer begrenzt. Bevorzugt sind in diesem Injektorbauteil gleichzeitig auch eine Zulaufdrossel für die Steuerkammer und eine Ablaufdrossel aus der Steuerkammer und ggf. auch eine Füll-drossel zum beschleunigten Rückbefüllen der Steuerkammer eingebracht.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen. Diese zeigen in:

[0016] [Fig. 1](#) ein erstes Ausführungsbeispiel eines Kraftstoff-Injektors mit einem an einen Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors angeschlossenen hydraulischen Koppler mit Niederdruckstufe und

[0017] [Fig. 2](#) eine Ausführungsvariante eines Kraftstoff-Injektors mit an einem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors angeschlossenen hydraulischen Koppler ohne Niederdruckstufe und mit einer in einem Verbindungskanal zwischen dem hydraulischen Koppler und dem Niederdruckbereich angeordneten Drossel zur Einstellung des Drucks im hydraulischen Koppler.

Ausführungsformen der Erfindung

[0018] In den Figuren sind gleiche Bauteile und Bauteile mit der gleichen Funktion mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0019] In [Fig. 1](#) ist ein als Common-Rail-Injektor ausgebildeter Kraftstoff-Injektor **1** zum Einspritzen von Kraftstoff in einen nicht gezeigten Brennraum einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Eine Hochdruckpumpe **2** fördert Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter **3** in einen Kraftstoff-Hochdruckspeicher **4** (Rail). In diesem ist Kraftstoff, insbesondere Diesel oder Benzin, unter hohem Druck, von in diesem Ausführungsbeispiel über 2000 bar, gespeichert.

[0020] An den Kraftstoff-Hochdruckspeicher **4** ist der Kraftstoff-Injektor **1** neben anderen, nicht gezeig-

ten Injektoren über eine Versorgungsleitung **5** angeschlossen. Die Versorgungsleitung **5** mündet in einen Versorgungskanal **6** des Kraftstoff-Injektors **1**, der in einen Hochdruckraum **7** des Kraftstoff-Injektors **1** mündet. Der Hochdruckraum **7** bildet ein Mini-Rail, aufgrund dessen Druckschwingungen minimiert werden. Mittels einer Rücklaufleitung **8** ist ein Niederdruckbereich **9** des Kraftstoff-Injektors **1** an den Vorratsbehälter **3** angeschlossen. Über einen Injektor-Rücklaufanschluss **10** und die Rücklaufleitung **8** kann eine später noch zu erläuternde Steuermenge sowie eine geringe Leckagemenge an Kraftstoff von dem Kraftstoff-Injektor **1** zu dem Vorratsbehälter **3** abfließen.

[0021] Der Kraftstoff-Injektor **1** weist ein Gehäuse **11** auf, das einen Injektorkörper **12**, in den der Versorgungskanal **6** eingebracht ist und einen unteren Düsenkörper **13** umfasst. Zwischen dem Injektorkörper **12** und dem Düsenkörper **13** ist ein später noch zu erläuterndes Plattenelement **14** geklemmt, wobei der Düsenkörper **13** mittels einer Überwurfmutter **15** gegen das Plattenelement **14** und dieses in der Folge gegen den Düsenkörper **13** verspannt ist. Hierzu ist die Überwurfmutter **15** mit einem Außengewinde des Injektorkörpers **12** verschraubt.

[0022] Das Kopfteil des Gehäuses **11** wird gebildet von einer Spannmutter **16**, die mit dem Injektorkörper **12** verschraubt ist, und die ein Deckelelement **17**, aufweisend den Injektor-Rücklaufanschluss **10**, gegen eine Elektromagnetanordnung **18** eines später noch zu erläuternden, elektromagnetischen Aktuators **19** verspannt, welcher wiederum in axialer Richtung auf einer inneren Schulter **20** der Spannmutter **16** aufliegt.

[0023] In dem Gehäuse **11**, genauer im Injektorkörper **12** und im Düsenkörper **13**, ist ein zweiteiliges Einspritzventilelement **21** aufgenommen. Dieses umfasst einen oberen, ersten Teil **22** (Steuerstange) und einen unteren, zweiten Teil **23** (Düsenadel). Das erste und das zweite Teil **22**, **23** des Einspritzventilelementes **21** sind über einen später noch zu erläuternden hydraulischen Koppler **24** miteinander gekoppelt und verhalten sich wie ein einziges Bauteil. Das zweite, untere Teil **23** des Einspritzventilelementes **21** ist in einer Führungsbohrung **25** im Düsenkörper **13** geführt. Hier sind am Außenumfang des zweiten Teils **23** in einem Bereich innerhalb der Führungsbohrung **25** Axialkanäle **26** ausgebildet, über die bei geöffnetem Einspritzventilelement **21** Kraftstoff aus dem Hochdruckraum **7** in einen unteren Ringraum **67** strömen kann, in dem im Wesentlichen der gleiche Kraftstoffdruck herrscht, wie im Hochdruckraum **7**. Um dies zu gewährleisten, sind die als Anschlüsse ausgebildeten Axialkanäle **26** sowie ein Axialkanal **66** im Plattenelement **14** (zumindest näherungsweise) drosselfrei ausgebildet. In der Folge entspricht auch der Kraftstoffdruck in einem zwischen

dem Plattenelement **14** und der Führungsbohrung **25** gebildeten Zwischenraum **27** dem Kraftstoffdruck innerhalb des Hochdruckraums **7**. Auf eine im Stand der Technik ansonsten notwendige Schließdrossel wird bei dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) (im Gegensatz zu dem später noch zu erläuternden Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 2](#)) bewusst verzichtet.

[0024] Das Einspritzventilelement **21**, genauer das zweite Teil **23**, weist an seiner Spitze **28** eine Schließfläche **29** auf, mit der das Einspritzventilelement **21** in dichte Anlage an einen innerhalb des Düsenkörpers **13** ausgebildeten Einspritzventilelementsitz **30** (Düsennadelsitz) bringbar ist. Wenn das Einspritzventilelement **21** an seinem Einspritzventilelementsitz **30** anliegt, d. h. sich in einer Schließstellung befindet, ist der Kraftstoffaustritt aus einer Düsenlochanordnung **31** gesperrt. Ist es dagegen von seinem Einspritzventilelementsitz **30** abgehoben und befindet sich in einer, hier nicht-ballistischen, Öffnungsstellung kann Kraftstoff aus dem Hochdruckraum **7** über den Zwischenraum **27** und den unteren Ringraum **67** an dem Einspritzventilelementsitz **30** vorbei zur Düsenlochanordnung **31** strömen und dort im Wesentlichen unter Hochdruck (Raildruck) stehend in den Brennraum gespritzt werden.

[0025] Von einer oberen Stirnseite **32** des ersten Teils **22** des Einspritzventilelementes **21** und einem in der Zeichnungsebene unteren hülsenförmigen Abschnitt **33** eines als Drosselbauteil ausgebildeten Injektorbauteils **34** wird eine Steuerkammer **35** begrenzt, die über eine radial in dem hülsenförmigen Abschnitt **33** verlaufende Zulaufdrossel **36** mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff aus dem Hochdruckraum **7** versorgt wird. Die Steuerkammer **35** ist über eine, in einem oberen, plattenförmigen Abschnitt **37** des Injektorbauteils **34** vorgesehene Ablaufdrossel **38** mit einer Ventilkammer **39** eines Steuerventils **40** (Servo-Ventil) verbunden. Die Ventilkammer **39** wird radial außen von einem hülsenförmigen Steuerventilelement **41** begrenzt, das einstückig mit einer mit dem elektromagnetischen Aktuator **19** zusammenwirkenden Ankerplatte **42** ausgebildet ist. Das hülsenförmige Steuerventilelement **41** ist in seiner Schließstellung in axialer Richtung druckausgeglichen. Die Steuerkammer **35** wird axial nach oben von einem Führungsbolzen **43** begrenzt, der sich axial am Deckelelement **17** abstützt und der zum einen die Aufgabe hat, das Steuerventilelement **41** bei seiner Verstellbewegung zu führen und zum anderen die Ventilkammer **39** in axialer Richtung nach oben abzdichten. Aus der Ventilkammer **39** kann Kraftstoff in den Niederdruckbereich **9** des Kraftstoff-Injektors **1** einströmen, wenn das von dem elektromagnetischen Aktuator **19** betätigbare Steuerventilelement **41** von seinem als Flachsitz ausgebildeten und am dem plattenförmigen Abschnitt **37** des Injektorbauteils **34** angeordneten, Steuerventilsitz **44** abgehoben, d. h. das Steuerventil **40** geöffnet ist. Bei geöffnetem Steuer-

ventil **40** strömt dabei über die Ablaufdrossel **38** Kraftstoff aus der Steuerkammer **35** nach. Die Durchflussquerschnitte der Zulaufdrossel **36** und der Ablaufdrossel **38** sind dabei derart aufeinander abgestimmt, dass bei geöffnetem Steuerventil **40** ein Nettoabfluss von Kraftstoff (Steuermenge) aus der Steuerkammer **35** über die Ventilkammer **39** in den Niederdruckbereich **9** des Kraftstoff-Injektors **1** und von dort aus über die Rücklaufleitung **8** in den Vorratsbehälter **3** resultiert. Hierdurch sinkt der Druck in der Steuerkammer **35** rapide ab, wodurch das Einspritzventilelement **21** eine resultierende Öffnungskraft erfährt und in der Folge mit einem stirnseitigen Anschlagabschnitt **45** an der Decke des hülsenförmigen Abschnitts **33** anschlägt. Das Einspritzventilelement **21** hebt also von seinem Einspritzventilelementsitz **30** ab, sodass Kraftstoff durch die Düsenlochanordnung **31** ausströmen kann.

[0026] Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird die Bestromung der Elektromagnetanordnung **18** des elektromagnetischen Aktuators **19** unterbrochen. Eine sich an dem Führungsbolzen **43** axial abstützende Steuerschließfeder **46** bewegt in der Folge das hülsenförmige Steuerventilelement **41** zurück auf seinen Steuerventilsitz **44**. Durch den durch die Zulaufdrossel **36** nachströmenden Kraftstoff steigt der Druck in der Steuerkammer **35** rapide an, wodurch das Einspritzventilelement **21**, unterstützt durch die Federkraft einer Schließfeder **47**, zurück auf seinen Einspritzventilelementsitz **30** bewegt wird, wodurch wiederum der Kraftstofffluss aus der Düsenlochanordnung **31** in den Brennraum unterbrochen wird. Das Auffüllen der Steuerkammer **35** über die Zulaufdrossel **36** wird über eine Fülldrossel **61** beschleunigt, die den Hochdruckraum **7** dauerhaft hydraulisch mit der Ventilkammer **39** verbindet. Ggf. kann auch auf diese Fülldrossel **61** verzichtet werden.

[0027] Das erste und das zweite Teil **22**, **23** des Einspritzventilelementes **21** sind hydraulisch in dem hydraulischen Koppler **24**, genauer in einem Kopplerraum **48**, miteinander gekoppelt und verhalten sich wie ein einziges Bauteil. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der hydraulische Koppler **24**, bzw. der Kopplerraum **48** über einen mehrteiligen Verbindungskanal **49** dauerhaft mit dem im Injektorkopf angeordneten Niederdruckbereich **9** des Kraftstoff-Injektors **1** verbunden ist, und somit während des Betriebs des Kraftstoff-Injektors **1** dauerhaft auf Niederdruck liegt. Der Verbindungskanal **49** wird gebildet von einem im Plattenelement **14** vorgesehenen Radialkanal **50**, einem Ringraum **51** radial zwischen dem Plattenelement **14** und der Überwurfmutter **15** sowie einem senkrecht verlaufenden Kanal **52** im Injektorkörper **12**.

[0028] Der hydraulische Koppler **24** wird in dem gezeigten Ausführungsbeispiel in axialer Richtung nach oben begrenzt von einer ersten Führung **53** für den

ersten Teil **22** des Einspritzventilelementes **21** und in axialer Richtung nach unten von einer zweiten Führung **54** für den zweiten, unteren Teil **23** des Einspritzventilelementes **21**. Dabei umfasst die erste Führung **53** einen ersten Führungsspalt **55** (Ringspalt) radial zwischen einem hülsenförmigen Fortsatz **56** des Plattenelementes **14** und einem unteren Abschnitt des ersten Teils **22** des Einspritzventilelementes **21**. Analog umfasst die zweite Führung **54** einen zweiten Führungsspalt **57** (Ringspalt) radial zwischen einer von der Schließfeder **47** federkraftbeaufschlagten Hülse **58** und einem oberen Abschnitt des zweiten Teils **23** des Einspritzventilelementes **21**. Die Schließfeder **47** stützt sich dabei einseitig an der unteren Stirnseite der Hülse **58** und andererseits an einem Umfangsbund **59** des zweiten Teils **23** des Einspritzventilelementes **21** ab.

[0029] Die Führungsspalte **55**, **57** sind vergleichsweise kraftstoffdicht ausgeführt. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die erste Führung **53**, genauer der hülsenförmige Fortsatz **56** innerhalb des Hochdruckraums **7** angeordnet, also radial außen von unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umgeben ist. Hierdurch erfährt der erste Führungsspalt **55** durch die durch den ersten Führungsspalt **55** in den Koplerraum **48** strömende, geringe Leckage keine Aufweitung nach radial außen. Analog ist die zweite Führung **54**, genauer die Hülse **58** innerhalb des Zwischenraums **27** angeordnet, in dem in etwa der gleiche Druck herrscht wie im Hochdruckraum **7**, sodass auch der zweite Führungsspalt **57** nicht aufgeweitet wird, da die Hülse **58** radial außen von unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umgeben ist. In der Folge ist die über die Führungen **53**, **54** in den hydraulischen Koppler **24** strömende Leckagemenge, die weiter über den Verbindungskanal **49** in den Niederdruckbereich **9** strömt, gering.

[0030] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) ist im hydraulischen Koppler **24** eine Niederdruckstufe **60** realisiert, die eine in Schließrichtung auf das Einspritzventilelement **21** wirkende Kraft zur Folge hat. Die Niederdruckstufe **60** ist dadurch realisiert, dass der Durchmesser D_I des ersten Teils **21** im Bereich der ersten Führung **53** (etwas) größer ist als der Durchmesser D_{II} des zweiten Teils **23** des Einspritzventilelementes **21** im Bereich der zweiten Führung **54**. Mit Hilfe der Niederdruckstufe **60** wird eine permanent wirkende, in Schließrichtung wirkende Kraft auf das Einspritzventilelement **21** erzeugt. Hierdurch wird die Summe aller schließenden, auf das Einspritzventilelement **21** wirkenden Kräfte vergrößert, was den Öffnungszeitpunkt des Einspritzventilelementes **21** verzögert. Dies ist entscheidend: Aus Toleranzgründen sollte das Einspritzventilelement **21** erst dann öffnen, wenn das Steuerventil **40** bereits nicht-ballistisch betrieben werden kann. Ohne die realisierte Niederdruckstufe **60** kann der Einspritzbeginn nur für ein mechanisch weiches Einspritzventile-

lement **21** oder ein kleines Ablauf-/Zulauf-Drosselverhältnis verzögert werden. Beide Maßnahmen führen zu Nachteilen im Injektorverhalten: Während ein weiches Einspritzventilelement **21** zu einer schlechteren Mehrfacheinspritzungseignung führt, reduziert ein kleines Ablauf-/Zulauf-Drosselverhältnis den Anstieg der Strahlkraft des Einspritzstrahls und führt im Allgemeinen zu Emissionsnachteilen.

[0031] Im Folgenden wird das Ausführungsbeispiel eines Kraftstoff-Injektors **1** gemäß [Fig. 2](#) erläutert. Da wesentliche Funktions- und Konstruktionsmerkmale mit dem in [Fig. 1](#) gezeigten und zuvor beschriebenen Kraftstoff-Injektor **1** übereinstimmen, werden im Folgenden im Wesentlichen nur die Unterschiede zu dem zuvor gezeigten und beschriebenen Ausführungsbeispiel erläutert. Im Hinblick auf die Gemeinsamkeiten wird auf [Fig. 1](#) und die zugehörige Beschreibung verwiesen.

[0032] Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) ist in dem Verbindungskanal **49**, genauer in dem Radialkanal **50** zwischen dem hydraulischen Koppler **24** und dem Niederdruckbereich **9**, eine Drossel **62** integriert. Diese ist so ausgelegt, dass im hydraulischen Koppler **24**, genauer im Koplerraum **48**, etwa der hälftige Druck vorherrscht, wie im Hochdruckraum **7** sowie im Zwischenraum **27**. Dies wird dadurch erreicht, dass der Druckabfall an den Führungen **53**, **54** in etwa dem Druckabfall an der Drossel **62** entspricht. Durch den im Vergleich zu dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) erhöhten Druck im Koplerraum **48** wird die über die Führungsspalte **55**, **56** abströmende Leckagemenge noch weiter reduziert. Darüberhinaus wird die Bauteilbelastung des Plattenelementes **14** sowie der Hülse **58** reduziert.

[0033] Im Gegensatz zu dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) sind die Durchmesser D_I und D_{II} des ersten bzw. zweiten Teils **22**, **23** des Einspritzventilelementes **21** im Bereich der Führungen **53**, **54** gleich groß – es wurde also bewusst auf die Realisierung einer Niederdruckstufe im hydraulischen Koppler **24** verzichtet, da der Druck im hydraulischen Koppler **24** durch das Vorsehen der Drossel **62** lastabhängig ist und somit im Betrieb schwankt, was schwankende Schließkräfte zur Folge hätte für den Fall, dass eine Niederdruckstufe im Koppler **24** vorgesehen würde. Es ist jedoch auch denkbar, das Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 2](#) mit einer Niederdruckstufe analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) für bestimmte Anwendungen auszustatten. Aufgrund des Verzichts auf eine Niederdruckstufe wirken sich fertigungstoleranzbedingte und/oder temperaturabhängige Führungsleckageschwankungen an den Führungen **53**, **54** nicht auf die Injektorfunktion aus.

[0034] Um trotz des Verzichts auf eine Niederdruckstufe eine ausreichend große hydraulische Schließ-

kraft zu realisieren, ist der Kraftstoff-Injektor **1** gemäß [Fig. 2](#) mit einer zusätzlichen Schließdrossel **63** ausgestattet, die in den hülsenförmigen Abschnitt **33** des Injektorbauteils **34** eingebracht ist. Diese verbindet den Hochdruckraum **7** mit einem im Vergleich zu [Fig. 1](#) zusätzlichen, ringförmigen Zulaufraum **64**, der den hülsenförmigen Abschnitt **33** radial außen umgibt, und der über ein ringförmiges Dichtelement **65** gegenüber dem als Minirail dienenden Hochdruckraum **7** abgedichtet ist. Dabei ist die Schließdrossel **63** im gezeigten Ausführungsbeispiel so ausgelegt, dass der Druck im Hochdruckraum **7** etwa 50–200 bar geringer ist als der Raildruck im Zulaufraum **64**. Im Gegensatz zu dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1](#) münden die Zulaufdrossel **36** und die Fülldrossel **61** nicht aus dem Hochdruckraum **7**, sondern aus dem Zulaufraum **64** aus.

[0035] Die Drossel **62** kann, wie dargestellt, als einfache Drosselbohrung ausgeführt werden. Aufgrund der notwendigen kleinen Strömungsquerschnitte die bei der Drossel **62** notwendig sind, ist eine herkömmliche Drosselbohrung jedoch aus Gründen der Toleranz vergleichsweise schwer herstellbar. Daher ist es bevorzugt die Drossel **62** als Ringspaltdrossel auszuführen. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass in der eigentlichen Drosselbohrung ein Einlegeteil, beispielsweise ein Stift, positioniert wird, an dem der Kraftstoff radial außen vorbeiströmen muss. Der Vorteil einer derartigen Konstruktion ist die einfachere Herstellbarkeit.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102006008648 A1 [\[0002\]](#)

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor, insbesondere Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem zwischen einer Öffnungsstellung und einer Schließstellung verstellbaren, mehrteiligen Einspritzventilelement (21), wobei ein erstes Teil (22) und ein zweites Teil (23) des Einspritzventilelementes (21) über einen hydraulischen Koppler (24) miteinander gekoppelt sind, der axial von einer ersten Führung (53) für das erste Teil (22) und von einer zweiten Führung (54) für das zweite Teil (23) begrenzt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste und die zweite Führung (53, 54) zumindest abschnittsweise radial außen mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umgeben sind, und dass im hydraulischen Koppler (24) ein geringerer Druck realisiert ist, als radial außerhalb der Führungen (53, 54).

2. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im hydraulischen Koppler (24) am Einspritzventilelement (21) eine Schließkraft verursachende Niederdruckstufe (60) realisiert ist.

3. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der hydraulische Koppler (24) über einen Verbindungskanal (49) an einen Niederdruckbereich (9) des Kraftstoff-Injektors (1) angeschlossen ist.

4. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Führung (53, 54) von einem hülsenförmigen Fortsatz (56) eines Plattenelementes (14) gebildet sind/ist, in dem abschnittsweise der Verbindungskanal (49), vorzugsweise als Radialkanal (50), eingebracht ist.

5. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Plattenelement (14) mindestens ein, vorzugsweise drosselfreier, Axialkanal (66) vorgesehen ist.

6. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Plattenelement (14) zwischen einem Injektorkörper (12) und einem eine Düsenlochanordnung (31) aufweisenden Düsenkörper (13) angeordnet ist.

7. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Führung (53, 54) von einer in einem Hochdruckraum (7) angeordneten, insbesondere federkraftbeaufschlagten, Hülse (58) gebildet sind/ist.

8. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Verbindungskanal (49) eine Drossel (62) angeordnet ist, die derart dimensioniert ist, dass der Druck im hydraulischen

Koppler (24) niedriger ist als der die Führungen (53, 54) umschließende Hochdruck und höher ist als der Druck im Niederdruckbereich (9).

9. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schließdrossel (63) vorgesehen ist, die derart dimensioniert und angeordnet ist, dass der Druck im Bereich einer Spitze (28) des Einspritzventilelementes (21) geringer ist als der Druck in einem Kraftstoffzulaufkanal des Kraftstoff-Injektors (1).

10. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schließdrossel (63) in einem eine Steuerkammer (35) begrenzenden Injektorbauteil (34) angeordnet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

