



(10) **DE 10 2015 225 749 A1** 2017.06.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 225 749.5**

(22) Anmeldetag: **17.12.2015**

(43) Offenlegungstag: **22.06.2017**

(51) Int Cl.: **F02M 47/02 (2006.01)**
F02M 61/18 (2006.01)

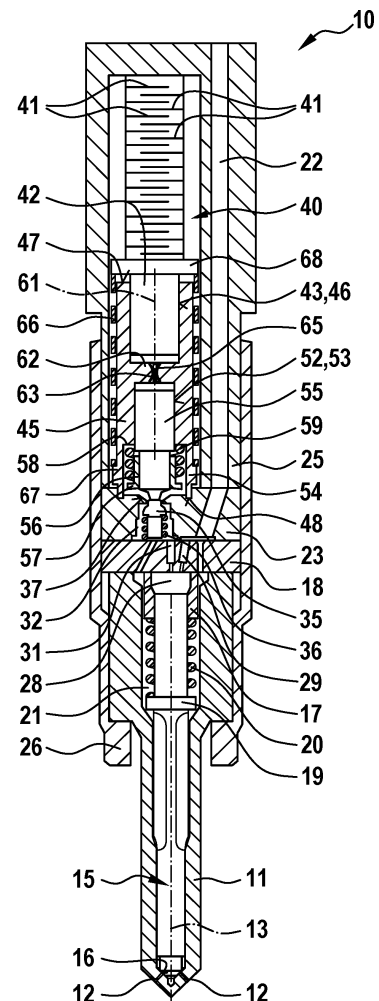
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Rau, Andreas, 70469 Stuttgart, DE; Chassagnoux, Violaine, 70469 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffinjektor**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor (10), mit einem hubbeweglich angeordneten Einspritzglied (15) zum Freigeben bzw. Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung (12), mit einem piezoelektrischen Aktuator (40) zur zumindest mittelbaren Steuerung der Hubbewegung des Einspritzglieds (15), wobei der Aktuator (40) mit einem Steuerkolben (42) gekoppelt ist, der in eine erste Bohrung (43) in einem Kopplerbauteil (45) eintaucht, wobei in dem Kopplerbauteil (45) eine zweite Bohrung (52) zur Führung eines Ventilkolbens (55) ausgebildet ist, und wobei die beiden Bohrungen (43, 52) mittels eines Verbindungskanals (63) hydraulisch miteinander verbunden sind. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die beiden Bohrungen (43, 52) von unterschiedlichen Stirnseiten (47, 48) des Kopplerbauteils (45) ausgehen, und dass die beiden Bohrungen (43, 52) in Bezug zu einer Längsachse (61) des Kopplerbauteils (45) axial hintereinander angeordnet sind.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein Kraftstoffinjektor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der DE 101 00 392 C1 der Anmelderin bekannt. Der bekannte Kraftstoffinjektor weist ein hydraulisches Steuerventil zur zumindest mittelbaren Steuerung der Hubbewegung eines Einspritzglieds (Düsennadel) auf. Hierzu hat der bekannte Kraftstoffinjektor einen Aktuator in Form eines piezoelektrischen Aktuators, der mit einem Steuerkolben gekoppelt bzw. verbunden ist. Der Steuerkolben taucht in eine als Durchgangsbohrung ausgebildete Bohrung einer Kopplerplatte ein. Parallel zur ersten Bohrung ist eine zweite Bohrung in der Kopplerplatte als Durchgangsbohrung ausgebildet, in die ein Ventilkolben eintaucht. Der Ventilkolben dient der Betätigung des hydraulischen Steuerventils. Die beiden Bohrungen sind über eine Verbindungsbohrung in Form eines schräg in Bezug zur Längsachse der beiden Durchgangsbohrungen angeordneten Verbindungskanals hydraulisch miteinander verbunden. Die Kopplerplatte ist an ihren beiden Stirnseiten bereichsweise mit anderen Bauteilen bzw. Platten überdeckt, um auf der jeweils dem Steuerkolben und Ventilkolben abgewandten Seite der Durchgangsbohrung diese abzudichten. Der Grund für die in Bezug zu einer Längsachse des Kraftstoffinjektors in der Kopplerplatte nebeneinander angeordneten Durchgangsbohrungen für die beiden Kolben ist dadurch begründet, dass der Hub des piezoelektrischen Aktuators insbesondere durch die Anzahl dessen Piezoelemente bzw. durch dessen Bauhöhe bestimmt ist. Da insbesondere ein möglichst großer Hub erzielbar sein soll ist es daher üblich, die maximal zur Verfügung stehende Baulänge für den piezoelektrischen Aktuator zu verwenden. Daraus resultiert die in Bezug auf die Baulänge des Kraftstoffinjektors günstige, weil in axialer Länge kurz bauende Anordnung der beiden Durchgangsbohrungen für den Steuerkolben und den Ventilkolben in der Art und Weise, dass diese nebeneinander angeordnet sind, um dadurch die Bauhöhe bzw. Dicke der Kopplerplatte zu minimieren.

[0003] Heutige Anforderungen an eine Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine gehen insbesondere auch in Richtung der Fähigkeit des Kraftstoffinjektors zur Mehrfacheinspritzfähigkeit mit bis zu 10 Teileinspritzungen bei jeder Einspritzung, wobei auch bei den letzten Einspritzungen noch genügend Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden soll. Nachteilig bei dem aus der genannten Schrift bekannten Aufbau des Kraftstoffinjektors ist es, dass durch die Ausbildung der Bohrungen zur Aufnahme des Steuerkolbens und des Ventilkolbens als Durchgangsboh-

rungen durch zusätzliche Bauteile die Dichtheit der Durchgangsbohrung an der jeweils dem Steuerkolben und dem Ventilkolben abgewandten Seite sichergestellt werden muss. Weiterhin erfolgt bei der Bewegung des Steuerkolbens bzw. Ventilkolbens aufgrund des hydraulischen Drucks jeweils eine radiale Aufweitung der Durchgangsbohrung durch den Innendruck, was zu einer erhöhten Leckagemenge führt. Insbesondere wenn derartige Hubbewegungen zeitlich aufeinanderfolgend in kurzen Abständen erfolgen, wie dies bei Mehrfacheinspritzungen erforderlich ist, erfolgt dadurch eine Reduzierung des Drucks im Bereich des Ventilkolbens und somit eine verzögerte Betätigung des Einspritzglieds. Dies hat wiederum eine reduzierte Einspritzmenge zur Folge.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoffinjektor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, dass die Leckagemenge im Bereich des piezoelektrischen Aktuators bei Mehrfacheinspritzungen reduziert ist. Dadurch soll die Fähigkeit zur Mehrfacheinspritzfähigkeit verbessert werden.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Kraftstoffinjektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, durch eine in Bezug zur Längsachse des Kraftstoffinjektors axial hintereinander angeordnete Positionierung der beiden Bohrungen für den Steuerkolben und den Ventilkolben es zu ermöglichen, dass die Bohrungen bei einem bestimmten Durchmesser bzw. Querschnitt des Kopplergehäuses zu vergrößerten Wanddicken an dem Kopplergehäuse führen, welche somit aufgrund des Innendrucks nur relativ gering aufgeweitet werden. Dies hat wiederum zur Folge, dass aufgrund der relativ geringen radialen Aufweitung auch die Leckageverluste reduziert sind.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

[0008] Ganz besonders bevorzugt ist eine konstruktive Ausgestaltung des Kopplergehäuses, bei der dieses zwischen den beiden als Sacklochbohrung ausgebildeten Bohrungen einen einstückig mit dem Kopplergehäuse verbundenen, quer zu den beiden Bohrungen angeordneten Verbindungssteg aufweist. Dieser Verbindungssteg versteift somit das Kopplergehäuse zusätzlich im Bereich des Grunds der jeweiligen Sacklochbohrung und verringert somit zusätzlich eine radiale Aufweitung. Darüber hinaus ermöglicht es ein derartiger Verbindungssteg auf besonders einfache Art und Weise, den zwischen den beiden

Bohrungen angeordneten Verbindungskanal auszubilden.

[0009] In ganz besonders bevorzugter Ausgestaltung des Verbindungskanals weist dieser eine hydraulische Drossel auf. Eine derartige hydraulische Drossel hat insbesondere bei den angesprochenen Mehrfacheinspritzungen den Effekt, dass beim schnellen Schalten des piezoelektrischen Aktuators in der Sacklochbohrung, die den Ventilkolben führt, ein reduzierter Druck herrscht im Vergleich zu dem Druck, der in der Sacklochbohrung herrscht, in der der Steuerkolben angeordnet ist. Dieser verminderte Druck führt zu einer Dämpfung bzw. zu einem langsameren Öffnen des Ventilglieds. Die kinetische Energie der bewegten Massen aus piezoelektrischem Aktuator, Steuerkolben, Ventilkolben und Ventilglied in der Schaltkette wird durch das plötzliche Abbremsen am Hubanschlag bzw. am Sitz des Ventilglieds in Spannenergie der genannten Teile umgewandelt, wodurch letztendlich eine Schwingung in der Schaltkette resultiert. Diese Schwingung führt auch zu Ungenauigkeiten in der Mengenzumessung, weil das Einspritzmengenkennefeld bei kurzen Ansteuerdauern, also in Kleinmengenbereich, wellig wird. Durch eine entsprechende Abstimmung der hydraulischen Drossel kann durch Reduzierung der kinetischen Energie diese Schwingung verhindert werden, was ein glattes Kennefeld zur Folge hat und die Zumessgenauigkeit erhöht. Da bereits beim Druckaufbau ein Druckabfall an der hydraulischen Drossel stattfindet öffnet das hydraulische Ventil etwas verzögert, was zu einer Verbesserung der Kleinstmengenfähigkeit führt, also der Fähigkeit, kleinste Einspritzmengen einzuspritzen.

[0010] Besonders bevorzugt ist eine konzentrische Anordnung des Verbindungskanals zu einer Längsachse des Kopplergehäuses. Dadurch werden symmetrische hydraulische Strömungsverhältnisse in den beiden Bohrungen sowie symmetrische mechanische Eigenschaften bzw. Beanspruchungen des Kopplergehäuses erzielt.

[0011] Eine weitere bevorzugte konstruktive Ausgestaltung des Kraftstoffinjektors sieht vor, dass die Sacklochbohrung auf der dem Verbindungskanal abgewandten Seite im Bereich eines Aufnahmeabschnitts im Querschnitt vergrößert ausgebildet ist, und dass im Aufnahmeabschnitt der Ventilkolben an seinem Außenumfang von einer Rückstellfeder umfasst ist, die sich zwischen einer Stufe der betreffenden Sacklochbohrung und einer an dem Ventilkolben zumindest mittelbar angeordneten Abstützfläche axial abstützt. Eine derartige Ausbildung ermöglicht insbesondere eine besonders einfache und sichere Führung der Rückstellfeder innerhalb des Kopplergehäuses sowie einen relativ einfachen Montageprozess des Kraftstoffinjektors, da die Rückstellfeder in besonders einfacher Art und Weise bereits in einem

Vormontageschritt in das Kopplergehäuse eingesetzt werden kann.

[0012] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung.

[0013] Diese zeigt in der einzigen Figur einen vereinfachten Längsschnitt durch einen Teilbereich eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors.

[0014] Der in der Figur ausschnittsweise dargestellte Kraftstoffinjektor **10** ist Bestandteil eines sogenannten Common-Rail-Einspritzsystems zum Einspritzen von

[0015] Kraftstoff in den nicht gezeigten Brennraum einer insbesondere selbstzündenden Brennkraftmaschine.

[0016] Der Kraftstoffinjektor **10** weist auf der dem Brennraum der Brennkraftmaschine zugewandten Seite einen Düsenkörper **11** auf, in dem mehrere Einspritzöffnungen **12** ausgebildet sind. Die Einspritzöffnungen **12** können mittels einer in einer Längsachse **13** des Kraftstoffinjektors **10** hubbeweglich angeordneten, als Einspritzglied wirkenden Düsenadel **15** zumindest mittelbar geöffnet werden, um den Querschnitt der Einspritzöffnungen **12** freizugeben. In der in der Figur dargestellten geschlossenen Stellung der Düsenadel **15** bildet diese zusammen mit der Innenwand des Düsenkörpers **11** einen Dichtsitz **16** aus, um die Einspritzöffnungen **12** zumindest mittelbar zu verschließen.

[0017] Das den Einspritzöffnungen **12** abgewandte Ende der Düsenadel **15** taucht in eine Steuerraumhülse **17** ein, die sich axial gegen eine Drosselplatte **18** abstützt. Eine sich axial zwischen einem Bund **19** der Düsenadel **15** und der Steuerraumhülse **17** abstützende Schließfeder **20** beaufschlagt die Düsenadel **15** mit Federkraft in ihre Schließstellung. Der Düsenkörper **11** bildet darüber hinaus einen Hochdruckraum **21** aus, der über eine in verschiedenen Bauteilen des Kraftstoffinjektors **10** ausgebildeten Versorgungskanal **22** mit unter Hochdruck (Systemdruck) stehendem Kraftstoff versorgt ist.

[0018] Auf der dem Düsenkörper **11** abgewandten Seite der Drosselplatte **18** schließt sich an die Drosselplatte **18** eine Ventilplatte **23** und an diese wiederum ein Haltekörper **25** an. Der Düsenkörper **11**, die Drosselplatte **18** sowie die Ventilplatte **23** sind in an sich bekannter Art und Weise mittels einer Düsenspannmutter **26** axial gegen den Haltekörper **25** verspannt.

[0019] Die Steuerraumhülse **17** bildet einen Steuerraum **28** aus, der einerseits hydraulisch über einen

Zulaufkanal **29** mit dem Versorgungskanal **22** verbunden ist, und andererseits über einen Abströmkanal **31**, der sich als Durchgangsbohrung **32** in der Ventilplatte **23** fortsetzt, hydraulisch entlastbar ist. Hierzu ist innerhalb der Ventilplatte **23** ein Ventilglied **35** angeordnet, das mittels einer Druckfeder **36** in Richtung eines Sitzes **37** an der Ventilplatte **23** kraftbeaufschlagt ist. Die Durchgangsbohrung **32** in der Ventilplatte **23** ist über den Sitz **37** in einen Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors **10** bzw. in eine Rücklaufleitung druckentlastbar.

[0020] Zur Betätigung des Ventilglieds **35** ist innerhalb des Haltekörpers **25** ein piezoelektrischer Aktuator **40** angeordnet. Der Aktuator **40** umfasst in bekannter Art und Weise eine Vielzahl von übereinander gestapelten Piezoelementen **41**, die mit einer nicht gezeigten Spannungsversorgungsleitung verbunden sind. Der Aktuator **40** ist darüber hinaus mit einem Steuerkolben **42** verbunden, der in eine erste Bohrung **43** eintaucht, die in einem im Querschnitt im Wesentlichen H-förmig ausgebildeten Kopplergehäuse **45** bzw. Kopplerbauteil ausgebildet ist. Insbesondere ist die erste Bohrung **43** als Sacklochbohrung **46** ausgebildet, die von der dem Aktuator **40** zugewandte Stirnfläche **47** des Kopplergehäuses **45** ausgeht. Von der anderen Stirnfläche **48** des Kopplergehäuses **45** geht eine zweite Bohrung **52** aus, die ebenfalls als Sacklochbohrung **53** ausgebildet ist. Der Durchmesser bzw. Querschnitt der zweiten Bohrung **52** ist im Ausführungsbeispiel kleiner als der Durchmesser bzw. der Querschnitt der ersten Bohrung **43**. Darüber hinaus weist die zweite Bohrung **52** auf der der ersten Bohrung **43** abgewandten Seite einen Abschnitt **54** auf, in dessen Bereich der Querschnitt bzw. der Durchmesser der zweiten Bohrung **52** vergrößert ist.

[0021] In den den geringeren Querschnitt bzw. Durchmesser aufweisenden Abschnitt der zweiten Bohrung **52** taucht ein Ventilkolben **55** ein, dessen der ersten Bohrung **43** abgewandtes Ende mit dem Ventilglied **35** wirkverbunden angeordnet ist. Darüber hinaus ist ein im Durchmesser bzw. Querschnitt verringerter Abschnitt des Ventilkolbens **55** radial von einer Haltehülse **56** umfasst, die einen radial nach außen ragenden, als Abstützfläche wirkenden Flansch **57** aufweist. Zwischen dem Flansch **57** und einer Schulter **58** der zweiten Bohrung **52** stützt sich eine Druckfeder **59** ab, die den Ventilkolben **55** in Richtung der Ventilplatte **23** drückt.

[0022] Zwischen den beiden Bohrungen **43**, **52**, die konzentrisch zu einer Längsachse **61** des Kopplergehäuses **45** ausgebildet sind, ist ein einstückig mit dem Kopplergehäuse **45** verbundener Verbindungssteg **62** angeordnet. In dem Verbindungssteg **62** ist konzentrisch zur Längsachse **61** ein Verbindungskanal **63** mit integrierter hydraulischer Drossel **65** ausgebildet, der die beiden Bohrungen **43**, **52** hydraulisch miteinander verbindet.

[0023] Der Außenumfang des Kopplergehäuses **45** ist von einer weiteren Druckfeder **66** radial umfasst, die sich auf der der Ventilplatte **23** zugewandten Seite an einem Bund **67** des Kopplergehäuses **45** abstützt. Das andere Ende der Druckfeder **66** stützt sich gegen einen Befestigungsflansch **68**, so dass die Druckfeder **66** den Aktuator **40** in eine von dem Kopplergehäuse **45** abgewandte Richtung kraftbeaufschlagt.

[0024] Um die Düsennadel **15** von ihrem Dichtsitz **16** abzuheben ist es notwendig, den in dem Steuerraum **28** herrschenden hydraulischen Druck zu reduzieren. Hierzu ist es erforderlich, dass das Ventilglied **35** von dem Sitz **37** an der Ventilplatte **23** abhebt, indem das Ventilglied **35** in Richtung der Drosselplatte **18** bewegt wird. Dies wiederum erfolgt durch eine Erhöhung des hydraulischen Drucks in den beiden Bohrungen **43**, **52**, was durch ein verstärktes Eintauchen des Steuerkolbens **42** in die erste Bohrung **43** erzielt wird. Hierzu wird der piezoelektrische Aktuator **40** bzw. dessen Piezoelement **41** mit elektrischer Spannung versorgt, welche zu einer Erhöhung der Länge des Aktuators **40** und somit zu einem zusätzlichen Hub des Steuerkolbens **42** in der ersten Bohrung **43** führt. Der zusätzliche Hub des Steuerkolbens **42** wird in einen vergrößerten Hub des Ventilkolbens **55** übersetzt, der das Ventilglied **35** in Richtung der Drosselplatte **18** bewegt, wodurch das Ventilglied **35** vom Sitz **37** abhebt. Sobald der Aktuator **40** nicht mehr bestromt wird, verkürzt sich die Baulänge des Aktuators **40**, wobei dieser durch die Druckfeder **66** derart kraftbeaufschlagt wird, dass der Steuerkolben **42** aus der ersten Bohrung **43** austaucht. Dies führt ebenfalls zu einer Verminderung des hydraulischen Drucks in der zweiten Bohrung **52** und somit zu einem verstärkten Eintauchen des Ventilkolbens **55** in die zweite Bohrung **52**. Dadurch wird das Ventilglied **35** wiederum gegen den Sitz **37** gedrückt und der Abfluss von Kraftstoff aus dem Steuerraum **28** unterbrochen.

[0025] Der soweit beschriebene Kraftstoffinjektor **10** kann in vielfältiger Art und Weise abgewandelt bzw. modifiziert werden, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen.

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 10100392 C1 [0002]

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (10), mit einem hubbeweglich angeordneten Einspritzglied (15) zum Freigeben bzw. Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung (12), mit einem piezoelektrischen Aktuator (40) zur zumindest mittelbaren Steuerung der Hubbewegung des Einspritzglieds (15), wobei der Aktuator (40) mit einem Steuerkolben (42) gekoppelt ist, der in eine erste Bohrung (43) in einem Kopplerbauteil (45) eintaucht, wobei in dem Kopplerbauteil (45) eine zweite Bohrung (52) zur Führung eines Ventilkolbens (55) ausgebildet ist, und wobei die beiden Bohrungen (43, 52) mittels eines Verbindungskanals (63) hydraulisch miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Bohrungen (43, 52) von unterschiedlichen Stirnseiten (47, 48) des Kopplerbauteils (45) ausgehen, und dass die beiden Bohrungen (43, 52) in Bezug zu einer Längsachse (61) des Kopplerbauteils (45) axial hintereinander angeordnet sind.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Bohrungen (43, 52) als Sacklochbohrungen (46, 53) ausgebildet sind, und dass zwischen den beiden Sacklochbohrungen (46, 53) ein einstückig mit dem Kopplerbauteil (45) verbundener, quer zur Längsachse (61) des Kopplerbauteils (45) angeordneter Verbindungssteg (62) angeordnet ist, in dem der Verbindungskanal (63) ausgebildet ist.

3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Verbindungskanal (63) eine hydraulische Drossel (65) angeordnet ist.

4. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verbindungskanal (63) konzentrisch zur Längsachse (61) des Kopplerbauteils (45) angeordnet ist.

5. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Bohrung (52) auf der dem Verbindungskanal (63) abgewandten Seite im Bereich eines Aufnahmeabschnitts (54) im Querschnitt vergrößert ausgebildet ist, und dass im Aufnahmeabschnitt (54) der Ventilkolben (55) an seinem Außenumfang von einer Druckfeder (59) umfasst ist, die sich zwischen einer Schulter (58) der zweiten Bohrung (52) und einer an dem Ventilkolben (55) zumindest mittelbar angeordneten Abstützfläche (57) axial abstützt.

6. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kopplerbauteil (45) rotationssymmetrisch zu seiner Längsachse (61) ausgebildet ist.

7. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Koppler-

bauteil (45) von einer Druckfeder (66) radial umfasst ist, die den Aktuator (40) in eine von der ersten Bohrung (43) beabstandete Position kraftbeaufschlagt.

8. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilkolben (55) mit einem Ventilielid (35) zur Steuerung des Drucks in einem Steuerraum (28) zusammenwirkt.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.

