

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Eine derartige Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist beispielsweise aus der DE 102 29 418 A1 bekannt und umfasst einen Druckübersetzer, eine Düsenneedle, ein Steuerventil, eine Kraftstoffzuführung und einen Befüllungspfad. Der Druckübersetzer weist eine axial verstellbare Kolbenstange auf, die stirnseitig einen Kompressionsraum axial begrenzt und einen Kolben trägt, der einen Arbeitsraum von einem Steuerraum trennt. Mit der Düsenneedle ist ein vom Kompressionsraum zu wenigstens einem Spritzloch führender Kompressionsdruckpfad zum Öffnen und Sperren steuerbar. Das Steuerventil verbindet in einer ersten Schaltstellung den Steuerraum mit dem Arbeitsraum und trennt den Steuerraum von einem Rücklauf. In einer zweiten Schaltstellung trennt das Steuerventil den Steuerraum vom Arbeitsraum und verbindet den Steuerraum mit dem Rücklauf. Die Kraftstoffzuführung kann im Betrieb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung unter Hochdruck stehenden Kraftstoff dem Arbeitsraum zuführen. Der Steuerraum ist über den Befüllungspfad mit dem Kompressionsraum verbunden.

[0003] Bei der bekannten Kraftstoffeinspritzeinrichtung führt der Befüllungspfad durch einen Düsenfederraum und umfasst einen vom Düsenfederraum zum Kompressionsraum führenden gedrosselten ersten Verbindungskanal sowie einen vom Düsenfederraum zum Steuerraum führenden gedrosselten zweiten Verbindungskanal. Im Betrieb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung herrscht in einem Ausgangszustand im Kompressionsraum der von der Kraftstoffzuführung bereitgestellte Hochdruck. Zur Durchführung einer Kraftstoffeinspritzung wird die Kolbenstange zur Durchführung eines Kompressionshubs angesteuert. Durch den Kompressionshub kommt es im Kompressionsraum zu einer zusätzlichen Verdichtung, was den Druck im Kompressionsraum auf den gewünschten Einspritzdruck erhöht. Über den Kompressionsdruckpfad steht dieser Einspritzdruck dann an dem wenigsten einen Spritzloch zur Einspritzung bereit und kann durch Öffnen der Düsenneedle in den jeweiligen Brennraum eingespritzt werden. Nach einem solchen Einspritzvorgang muss die Kolbenstange wieder in ihre Ausgangsstellung zurückverstellt werden. Damit dies möglich ist, muss der Kompressionsraum wieder mit Kraftstoff gefüllt werden, was über den gedrosselten Befüllungspfad erfolgt. Während des Kompressionshubs kann außerdem Kraftstoff aus dem Kompressionsraum in den Befüllungspfad entweichen, was zu einem unerwünschten Druckabfall führt bzw. was die Höhe des erreichbaren Einspritzdrucks reduziert.

Vorteile der Erfmdung

[0004] Die erfmdungsgemäß Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat dem gegenüber den Vorteil, dass im Kompressionsraum während des Kompressionshubs im wesentlichen kein Druckverlust entsteht, wodurch insgesamt ein höherer Einspritzdruck erzielt werden kann. Erreicht wird dies bei der Erfmdung dadurch, dass zum einen im Befüllungspfad ein Rücklaufsperrventil angeordnet ist, das ein Abströmen von Kraftstoff aus dem Kompressionsraum durch den Befüllungspfad verhindert, und dass zum anderen zusätzlich ein Druckausgleichspfad vorgesehen ist, der ebenfalls den Steuerraum mit dem Kompressionsraum verbindet und mit Hilfe der Kolbenstange zum Öffnen und Sperren gesteuert werden kann. Auf diese Weise kann die Kolbenstange einen Hub durchführen, während dem auch der Druckausgleichspfad gesperrt ist, so dass der Kraftstoff aus dem Kompressionsraum im wesentlichen ausschließlich durch den Kompressionsdruckpfad entweichen kann. Wesentlich ist, dass der Druckausgleichspfad in der Ausgangsstellung der Kolbenstange geöffnet ist, wodurch permanent ein Druckausgleich zwischen dem Kompressionsraum und dem Steuerraum stattfinden kann. Da außerdem in der ersten Schaltstellung des Steuerventils der Steuerraum mit dem Arbeitsraum kommuniziert, fmdet auch zwischen Steuerraum und Arbeitsraum ein Druckausgleich statt. Auf diese Weise stellt sich der in der Kraftstoffzuführung bereitgestellte Hochdruck automatisch auch im Arbeitsraum, im Steuerraum und im Kompressionsraum ein. Dies ist besonders wichtig für Kraftstoffeinspritzanlagen, bei denen der in der Kraftstoffzuführung bereitgestellte Hochdruck variiert werden kann. Durch die Variation des Hochdrucks lässt sich der mit Hilfe des Druckübersetzers erzielbare Einspritzdruck variieren, was eine verbesserte Adaption des Einspritzvorgangs an den aktuellen Betriebszustand der jeweiligen Brennkraftmaschine ermöglicht, um dadurch Emissionen zu reduzieren und die Leistung und/oder den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine zu erhöhen. Für den Fall, dass zwischen zwei Einspritzvorgängen der in der Kraftstoffzuführung bereitgestellt Hochdruck geändert wird, muss der Druck im Kompressionsraum dieser Druckänderung folgen können, damit beim nächsten Einspritzvorgang der gewünschte Einspritzdruck erreicht wird. Ohne den vorgeschlagenen Druckausgleichspfad wäre ein Druckausgleich im Kompressionsraum über den mit dem Rücklaufsperrventil versehenen Befüllungspfad nur bei einer Druckerhöhung in der Kraftstoffzuführung möglich, jedoch nicht bei einer Druckabsenkung in der Kraftstoffzuführung, da in dieser Richtung das Rücklaufsperrventil sperrt. Durch den erfmdungsgemäß vorgesehenen Druckausgleichspfad ist jedoch zumindest in der Ausgangsstellung der Kolbenstange der gewünschte Druckausgleich möglich. Auf diese Weise arbeitet der Druckübersetzer besonders präzise und kann Druckänderungen in der Kraftstoffzuführung rasch folgen.

[0005] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann der Druckausgleichspfad gedrosselt ausgestaltet sein. Diese Bauweise hat zur Folge, dass zum einen Druckimpulse, die sich im Hydrauliksystem ausbreiten können, nicht oder nur stark gedämpft in den Kompressionsraum gelangen. Zum anderen wird dadurch erreicht, dass der Druckanstieg im Kompressionsraum bei einem Kompressionshub der Kolbenstange bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die Kolbenstange den Druckausgleichspfad zum Sperren ansteuert, nicht oder nur geringfügig behindert wird.

[0006] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfundungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Zeichnungen

[0007] Ausführungsbeispiele der erfundungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0008] Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine schaltplanartige Prinzipdarstellung einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach der Erfindung,

Fig. 2 bis 4 vergrößerte Ansichten auf ein Detail II in Fig. 1, jedoch bei unterschiedlichen Ausführungsformen.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0009] Entsprechend Fig. 1 umfasst eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 nach der Erfundung einen Druckübersetzer 2, wenigstens eine Düsennadel 3 sowie ein Steuerventil 4. Des weiteren ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 mit einer Kraftstoffzuführung 5 versehen. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 dient zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Einspritzraum 6, der ein Brennraum oder ein Gemischbildungsraum sein kann, einer nicht gezeigten Brennkraftmaschine, die insbesondere in einem Kraftfahrzeug angeordnet sein kann.

[0010] Die Kraftstoffzuführung 5 umfasst eine vergleichsweise großvolumige Hochdruckleitung 7, in der im Betrieb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 unter Hochdruck stehender Kraftstoff bereitgestellt wird. Gepeist wird die Hochdruckleitung 7 zweckmäßig mit einer Hochdruckpumpe. Bei einem sogenannten "Common-Rail-System" sind mehrere Kraftstoffeinspritzeinrichtungen 1 an ein und dieselbe Hochdruckleitung 7 angeschlossen.

[0011] Der Druckübersetzer 2 umfasst eine Kolbenstange 8, die axial verstellbar in einem entsprechenden Aufnahmekörper 9 gelagert ist. Dabei ist die Kolbenstan-

ge 8 in einer Kolbenstangenführung 10 geführt. Die Kolbenstange 8 besitzt an einem Ende eine axiale Stirnseite 11, mit der die Kolbenstange 8 einen Kompressionsraum 12 axial begrenzt. Beabstandet vom Kompressionsraum

5 12, z.B. am entgegengesetzten Ende, trägt die Kolbenstange 8 einen Kolben 13, der im Aufnahmekörper 9 einen Arbeitsraum 14 von einem Steuerraum 15 trennt. Die Kolbenstange 8 und der Kolben 13 können einstückig hergestellt sein oder fest miteinander verbunden sein 10 oder axial lose aneinander anliegen. Vom Kompressionsraum 12 führt ein Kompressionsdruckpfad 16 zu wenigstens einem Spritzloch 17, durch das die Kraftstoffeinspritzung in den Einspritzraum 6 erfolgt. Die Düsennadel 3 dient zum Steuern des Kompressionsdruckpfads 15 16. Das heißt, durch einen Hub der Düsennadel 3 kann der Kompressionsdruckpfad 16 geöffnet bzw. gesperrt werden. Der Kompressionsdruckpfad 16 umfasst eine Kompressionsdruckleitung 18, die den Kompressionsraum 12 mit einem Düsenraum 19 verbindet, der seinerseits 20 in einen zu dem wenigstens einen Spritzloch 17 führenden Ringraum 20 übergeht. Unmittelbar stromauf des wenigstens einen Spritzlochs 17 ist ein Nadelsitz 21 ausgebildet, mit dem die Düsennadel 3 zusammenwirkt. Der Düsenraum 19 und der Ringraum 20 bilden dabei 25 ebenfalls Bestandteile des Kompressionsdruckpfads 16.

[0012] Im Düsenraum 19 weist die Düsennadel 3 eine Druckstufe 22 auf, die bei einer Druckerhöhung im Düsenraum 19 eine in Öffnungsrichtung der Düsennadel 3 wirkende Kraft in die Düsennadel 3 einleitet. In einem 30 Düsenfederraum 23 ist eine Schließdruckfeder 24 angeordnet, die in die Düsennadel 3 bzw. in einen die Düsennadel 3 umfassenden Nadelverband 25 eine in Schließrichtung der Düsennadel 3 wirkende Kraft einleitet. Im hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist die 35 Schließdruckfeder 24 an einem Nadelkolben 26 abgestützt, der einen Bestandteil des Nadelverbands 25 bildet. Des weiteren begrenzt der Nadelkolben 26 an einer von dem wenigstens einen Spritzloch 17 abgewandten Seite stirnseitig und axial einen Schließdruckraum 27. 40 Der im Schließdruckraum 27 herrschende Druck erzeugt am Nadelkolben 26 eine in Schließrichtung wirksame Kraft.

[0013] Der Düsenfederraum 23 ist über eine weitere 45 gedrosselte Verbindungsleitung 29 an einen Befüllungspfad 30 angeschlossen, der den Kompressionsraum 12 mit dem Steuerraum 15 verbindet. Der Schließdruckraum 27 ist über eine weitere gedrosselte Verbindungsleitung 28 ebenfalls an den Befüllungspfad 30 oder - wie hier- an die Verbindungsleitung 29 angeschlossen.

[0014] An das Steuerventil 4 sind drei Leitungen 50 angeschlossen, nämlich eine zum Steuerraum 15 führende Steuerraumleitung 31, eine zum Arbeitsraum 14 führende Arbeitsraumleitung 32 und eine zu einem relativ drucklosen Rücklauf 33 führende Rücklaufleitung 34. In einer in Fig. 1 wiedergegebenen ersten Schaltstellung I sperrt das Steuerventil 4 die Rücklaufleitung 34 und verbindet die Arbeitsraumleitung 32 mit der Steuerraumleitung 31. Hierdurch ist der Steuerraum 15 zum einen vom

Rücklauf 33 getrennt und zum anderen mit dem Arbeitsraum 14 verbunden. Im Unterschied dazu verbindet das Steuerventil 4 in einer zweiten Schaltstellung II die Steuerraumleitung 31 mit der Rücklaufleitung 34 und sperrt die Arbeitsraumleitung 32. Dadurch ist der Steuerraum 15 einerseits mit dem Rücklauf 33 verbunden und andererseits vom Arbeitsraum 14 getrennt.

[0015] Die Kraftstoffzuführung 5 führt den unter Hochdruck stehenden Kraftstoff der Hochdruckleitung 7 über eine Zuführungsleitung 35, die gegebenenfalls gedrosselt sein kann, dem Arbeitsraum 14 zu.

[0016] Bei der erfmdungsgemäßen Kraftstoffeinspritz-einrichtung 1 ist im Befüllungspfad 30 bzw. in einer vom Steuerraum 15 zum Kompressionsraum 12 führenden Befüllungsleitung 36 ein Rücklaufsperrventil 37 angeordnet, um zwar so, dass es zum Kompressionsraum 12 hin öffnet und zum Steuerraum 15 hin sperrt. Vorzugsweise ist das Rücklaufsperrventil 37 wie hier in seine Schließstellung federbelastet vorgespannt. Mit Hilfe des Rücklaufsperrventils 37 erfolgt zwischen Steuerraum 15 und Kompressionsraum 12 nur dann ein Druckausgleich, wenn im Steuerraum 15 relativ zum Kompressionsraum 12 ein Überdruck herrscht.

[0017] Des weiteren ist ein Druckausgleichspfad 38 vorgesehen, der - ebenso wie der Befüllungspfad 30 - den Kompressionsraum 12 mit dem Steuerraum 15 verbindet. Allerdings ist der Druckausgleichspfad 38 durch die Kolbenstange 8 bzw. durch deren Axialstellung zum Öffnen und Sperren steuerbar, während der Befüllungspfad 30 unabhängig von der Kolbenstange 8 bzw. von deren Axialstellung permanent geöffnet ist. Der Druckausgleichspfad 38 ist vorzugsweise gedrosselt, was hier durch ein Drosselsymbol 39 angedeutet ist.

[0018] Die Steuerbarkeit des Druckausgleichspfads 38 in Abhängigkeit der Hubverstellung der Kolbenstange 8 ist zweckmäßig so ausgestaltet, dass die Kolbenstange in einer in Fig. 1 wiedergegebenen Ausgangsstellung, in welcher der Kompressionsraum 12 sein größtes Volumen aufweist, den Druckausgleichspfad 38 öffnet. Sobald jedoch die Kolbenstange 8 zur Erzeugung des Einspritzdrucks im Kompressionsraum 12 einen Kompressionshub durchführt, bei dem in der Folge das Volumen des Kompressionsraums 12 reduziert wird, sperrt die Kolbenstange 8 ab einem vorbestimmten Steuerhub den Druckausgleichspfad 38.

[0019] Dadurch ergibt sich eine Zwangssteuerung des Druckausgleichspfads 38 durch die Kolbenstange 8. Der Steuerhub, ab dem der Druckausgleichspfad 38 gesperrt ist, ist dabei deutlich kleiner als der maximal mögliche Kompressionshub, den die Kolbenstange 8 während eines Einspritzvorgangs durchführt. Zweckmäßig beträgt der Steuerhub weniger als 50 % des möglichen Kompressionshubs; bevorzugt werden jedoch kleinere Steuerhübe, die z.B. kleiner als 10 % des möglichen Kompressionshubs sind. Wichtig ist, dass die Kolbenstange 8 bereits bei einem sehr kleinen Kompressionshub, also quasi unmittelbar nach Beginn der Hubverstellung, den Steuerhub erreicht und den Druckausgleichspfad 38

sperrt.

[0020] Im folgenden werden unterschiedliche Ausführungsformen für die Ausgestaltungen des Druckausgleichspfads 38 wiedergegeben, wobei es durchaus möglich ist, die einzelnen Varianten auf geeignete Weise miteinander zu kombinieren.

[0021] Entsprechend Fig. 1 kann der Druckausgleichspfad 38 einen Kanal 40 aufweisen, der im Aufnahmekörper 9 verläuft und der durch eine Mündungsöffnung 41 radial in den Kompressionsraum 12 einmündet. Bei dieser Ausführungsform kann die Kolbenstange 8 den Druckausgleichspfad 38 dadurch steuern, dass sie die Mündungsöffnung 41 im Bereich des Steuerhubs überfährt. Der Kanal 40 kann gedrosselt ausgestaltet sein oder eine Drosselstelle enthalten, was hier jeweils durch das Drosselsymbol 39 angedeutet ist.

[0022] Entsprechend Fig. 2 und 3 kann der Druckausgleichspfad 38 radial zwischen der Kolbenstange 8 und der Kolbenstangenführung 10 ausgebildet sein. Dabei ist es grundsätzlich möglich, den Druckausgleichspfad 38 mit wenigstens einer Axialnut 42 auszubilden, die in der Kolbenstange 8 ausgebildet ist. Zweckmäßig sind mehrere solcher Stangen-Axialnuten 42 vorgesehen, die umfangsmäßig verteilt an der Kolbenstange 8 angeordnet sind. Jede Stangen-Axialnut 42 ist axial zum Kompressionsraum 12 offen und erstreckt sich bei geöffnetem Druckausgleichspfad 38, also bei in ihrer Ausgangsstellung angeordneter Kolbenstange 8 bis zum Steuerraum 15. Bei gesperrtem Druckausgleichspfad 38, also bei Erreichen des Steuerhubs sind die Stangen-Axialnuten 42 radial außen von der Kolbenstangenführung 10 verschlossen.

[0023] Zusätzlich oder alternativ kann der Druckausgleichspfad gemäß Fig. 3 zumindest eine Axialnut 43 aufweisen, die in der Kolbenstangenführung 10 ausgebildet ist. Zweckmäßig sind mehrere derartige Führungs-Axialnuten 43 vorgesehen, die dann vorteilhaft umfangsmäßig verteilt angeordnet sind. Die Anordnung und Dimensionierung der Führungs-Axialnuten 43 erfolgt dabei so, dass sie axial zum Steuerraum 15 hin offen sind. Des Weiteren erstrecken sich die Führungs-Axialnuten 43 bei geöffnetem Druckausgleichspfad 38, also in der Ausgangsstellung der Kolbenstange 8 bis zum Kompressionsraum 12, so dass sie mit diesem kommunizieren. Bei Erreichen des Steuerhubs, also bei gesperrtem Druckausgleichspfad 38 sind die Führungs-Axialnuten 43 von der Kolbenstange 8 radial innen verschlossen.

[0024] Des Weiteren erfolgt die Dimensionierung der Axialnuten 42 und 43 vorzugsweise so, dass der Druckausgleichspfad 38 bei geöffnetem Zustand gedrosselt ist.

[0025] Entsprechend Fig. 4 kann der Druckausgleichspfad 38 auch mit einem Kanal 44 ausgestattet sein, der sich in der Kolbenstange 8 erstreckt. Bei geöffnetem Druckausgleichspfad 38 ist dieser Kanal 44 durch eine Mündungsöffnung 45 mit dem Steuerraum 15 verbunden. Die Positionierung dieser Mündungsöffnung 45 ist dabei so gewählt, dass die Kolbenstange 8 mit der daran

ausgebildeten Mündungsöffnung 44 aus dem Steuerraum 15 axial ausfährt, um den Druckausgleichspfad 38 zu sperren. Die Mündungsöffnung 45 wird somit durch den Kompressionshub von der Kolbenstangenführung 10 überfahren und dadurch geschlossen. Auch dieser Kanal 44 kann gedrosselt ausgestaltet sein oder eine entsprechende Drosselstelle enthalten.

[0026] Bei einer weiteren, hier nicht dargestellten Ausführungsform kann der Druckausgleichspfad 38 grundsätzlich auch durch ein entsprechend dimensioniertes Radialspiel zwischen der Kolbenstange 8 und der Kolbenstangenführung 10 ausgebildet sein.

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung 1 arbeitet wie folgt:

[0027] In dem in Fig. 1 gezeigten Ausgangszustand herrscht in der Hochdruckleitung 7 ein vorbestimmter Hochdruck, das Steuerventil 4 nimmt seine erste Schaltstellung I ein, die Kolbenstange 8 befindet sich in ihrer Ausgangsstellung und die Düsenadel 3 sitzt in ihrem Nadelsitz 21. Der in der Hochdruckleitung 7 herrschende Hochdruck kann sich im kommunizierenden System ausbreiten und herrscht in der Folge auch im Arbeitsraum 14, im Steuerraum 15, im Kompressionsraum 12, im Schließdruckraum 27 und im Düsenfederraum 23 ebenso wie im Düsenraum 19. Eine Druckänderung in der Hochdruckleitung 7 wirkt sich somit im gesamten kommunizierenden System aus, insbesondere kann durch den in der Ausgangsstellung der Kolbenstange 8 geöffneten Druckausgleichspfad 38 auch der Kompressionsraum 12 einer Druckänderung in der Hochdruckleitung 7 folgen.

[0028] Zum Starten und Durchführen eines Einspritzvorgangs wird das Steuerventil 4 in seine zweite Schaltstellung II überführt. In der Folge kommt es im Steuerraum 15 zu einem Druckabfall. Hierdurch entsteht an der Kolbenstange 8 eine resultierende Kraft, welche die Kolbenstange 8 zur Durchführung eines Kompressionshubs antreibt. Während dieses Kompressionshubs wird das Volumen des Kompressionsraums 12 verkleinert, wodurch darin die gewünschte Druckübersetzung zur Erzielung des jeweils erwünschten Einspritzdrucks erfolgt. Des Weiteren wird bei Erreichen des Steuerhubs der Druckausgleichspfad 38 gesperrt. Gleichzeitig wird durch die Axialverstellung der Kolbenstange 8 eine Rückstellfeder 46 gespannt, die sich im Steuerraum 15 an der Kolbenstange 8 direkt oder indirekt über einen Bund 47 abstützt. Da der Druckausgleichspfad 38 gesperrt ist und in dieser Richtung das Rücklaufsperrventil 37 den Befüllungspfad 30 sperrt, pflanzt sich der im Kompressionsraum 12 ansteigende Druck über den Kompressionsdruckpfad 16 bis in den Düsenraum 19 fort. Bei Erreichen des gewünschten Einspritzdrucks bewirkt dieser über die Druckstufe 22 das Öffnen der Düsenadel 3, so dass dann die Kraftstoffeinspritzung durch das wenigstens eine Spritzloch 17 mit dem Einspritzdruck erfolgt.

[0029] Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird das

Steuerventil 4 wieder in seine erste Schaltstellung I geschaltet. In der Folge steigt im Steuerraum 15 wieder der Druck an, was die Kolbenstange 8 unterstützt durch die Rückstellfeder 46 in ihre Ausgangsstellung zurück antreibt. Hierdurch wird das Volumen im Kompressionsraum 12 wieder vergrößert. Der damit einhergehende Druckabfall pflanzt sich über den Kompressionsdruckpfad 16 in den Düsenraum 19 fort. Der Druckabfall im Düsenraum 19 in Verbindung mit dem zwischenzeitlich erhöhten Druck im Schließdruckraum 27 und unterstützt durch die Schließdruckfeder 24 erfolgt dann das Schließen der Düsenadel 3, was den Einspritzvorgang beendet. Gleichzeitig wird dabei der Kompressionsraum 12 über den Befüllungspfad 30 nachgefüllt, im wesentlichen mit dem Hochdruck. Sobald die Kolbenstange 8 den Druckausgleichspfad 38 wieder freigibt, kann der Kompressionsraum 12 wieder dem Druckverlauf in der Hochdruckleitung 7 folgen.

20 Bezugszeichenliste

[0030]

1	Kraftstoffeinspritzeinrichtung
25	25 Druckübersetzer
3	Düsenadel
4	Steuerventil
5	Kraftstoffzuführung
6	Einspritzraum
30	7 Hochdruckleitung
8	Kolbenstange
9	Aufnahmekörper
10	Kolbenstangenführung
11	Stirnseite von 8
35	12 Kompressionsraum
13	Kolben
14	Arbeitsraum
15	Steuerraum
16	Kompressionsdruckpfad
40	17 Spritzloch
18	Kompressionsdruckleitung
19	Düsenraum
20	Ringraum
21	Nadelsitz
45	22 Druckstufe
23	Düsenfederraum
24	Schließdruckfeder
25	Nadelverband
26	Nadelkolben
50	27 Schließdruckraum
28	Verbindungsleitung
29	Verbindungsleitung
30	Befüllungspfad
31	Steuerraumleitung
55	32 Arbeitsraumleitung
33	Rücklauf
34	Rücklaufleitung
35	Zuführungsleitung

36 Befüllungsleitung
 37 Rücklaufsperrventil
 38 Druckausgleichspfad
 39 Drossel
 40 Kanal
 41 Mündung von 40
 42 Axialnut in 8
 43 Axialnut in 10
 44 Kanal
 45 Mündung von 44
 46 Rückstellfeder
 47 Bund

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug,
 - mit einem Druckübersetzer (2), der eine axial verstellbare Kolbenstange (8) aufweist, die stirnseitig einen Kompressionsraum (12) axial begrenzt und einen Kolben (13) trägt, der einen Arbeitsraum (14) von einem Steuerraum (15) trennt,
 - mit wenigstens einer Düsenadel (3), mit der ein vom Kompressionsraum (12) zu wenigstens einem Spritzloch (17) führender Kompressionsdruckpfad (16) zum Öffnen und Sperren steuerbar ist,
 - mit einem Steuerventil (4), das in einer ersten Schaltstellung den Steuerraum (15) mit dem Arbeitsraum (14) verbindet und den Steuerraum (15) von einem Rücklauf (33) trennt und das in einer zweiten Schaltstellung den Steuerraum (15) vom Arbeitsraum (14) trennt und den Steuerraum (15) mit dem Rücklauf (33) verbindet,
 - mit einer Kraftstoffzuführung (5), die im Betrieb der Kraftstoffeinspritzeinrichtung (1) unter Hochdruck stehenden Kraftstoff dem Arbeitsraum (14) zuführt,
 - mit einem Befüllungspfad (30), der den Kompressionsraum (12) mit dem Steuerraum (15) verbindet,
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** im Befüllungspfad (30) ein Rücklaufsperrventil (37) angeordnet ist, das zum Kompressionsraum (12) hin öffnet und zum Steuerraum (15) hin sperrt,
 - **dass** ein Druckausgleichspfad (38) vorgesehen ist, der den Steuerraum (15) mit dem Kompressionsraum (12) verbindet,
 - **dass** die Kolbenstange (8) in Abhängigkeit ihrer Axialstellung den Druckausgleichspfad (38) zum Öffnen und Sperren steuert.

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Druckausgleichspfad (38) gedrosselt ist.

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Kolbenstange (8) in einer Ausgangsstellung, in welcher der Kompressionsraum (12) sein größtes Volumen aufweist, den Druckausgleichspfad (38) öffnet und bei einem Kompressionshub, bei dem das Volumen des Kompressionsraum (12) reduziert wird, ab einem vorbestimmten Steuerhub den Druckausgleichspfad (38) sperrt.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Steuerhub weniger als 50 % oder weniger als 40 % oder weniger als 30% oder weniger als 20 % oder weniger als 10 % des möglichen Kompressionshubs beträgt.

5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**
 - **dass** der Druckausgleichspfad (38) mit einem Kanal (40) durch eine Mündungsöffnung (41) radial in den Kompressionsraum (12) einmündet,
 - **dass** die Kolbenstange (8) zum Steuern des Druckausgleichspfads (38) die Mündungsöffnung (41) überfährt.

6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**
 - **dass** der Druckausgleichspfad (38) einen Kanal (44) aufweist, der sich in der Kolbenstange (8) erstreckt und bei geöffnetem Druckausgleichspfad (38) durch eine Mündungsöffnung (45) radial mit dem Steuerraum (15) verbunden ist,
 - **dass** die Kolbenstange (8) zum Steuern des Druckausgleichspfads mit der Mündungsöffnung (45) aus dem Steuerraum (15) ausfährt.

7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 2 sowie nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Kanal (40; 44) gedrosselt ausgestaltet ist oder eine Drosselstelle enthält.

8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Druckausgleichspfad (38) radial zwischen der Kolbenstange (8) und einer Kolbenstangenfüh-

rung (10) ausgebildet ist.

9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druckausgleichspfad (38) wenigstens eine 5
 Axialnut (42) aufweist, die in der Kolbenstange (8)
 ausgebildet ist, die axial zum Kompressionsraum
 (12) offen ist, die sich bei geöffnetem Druckaus-
 gleichspfad (38) bis zum Steuerraum (15) erstreckt
 und die bei gesperrtem Druckausgleichspfad (38) 10
 von der Kolbenstangenführung (10) radial außen
 verschlossen ist.

10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 8 oder
 9, 15
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druckausgleichspfad (38) wenigstens eine
 Axialnut (43) aufweist, die in der Kolbenstangenfüh-
 rung (10) ausgebildet ist, die axial zum Steuerraum
 (15) offen ist, die sich bei geöffnetem Druckaus-
 gleichspfad (38) bis zum Kompressionsraum (12) er-
 streckt und die bei gesperrtem Druckausgleichspfad
 (38) von der Kolbenstange (8) radial innen ver-
 schlossen ist. 25

11. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 9 oder
 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass mehrere Axialnuten (42, 43) vorgesehen sind,
 die umfangsmäßig verteilt angeordnet sind. 30

12. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der An-
 sprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druckausgleichspfad (38) durch ein Radi- 35
 alspiel zwischen der Kolbenstange (8) und einer Kol-
 benstangenführung (10) ausgebildet ist.

40

45

50

55

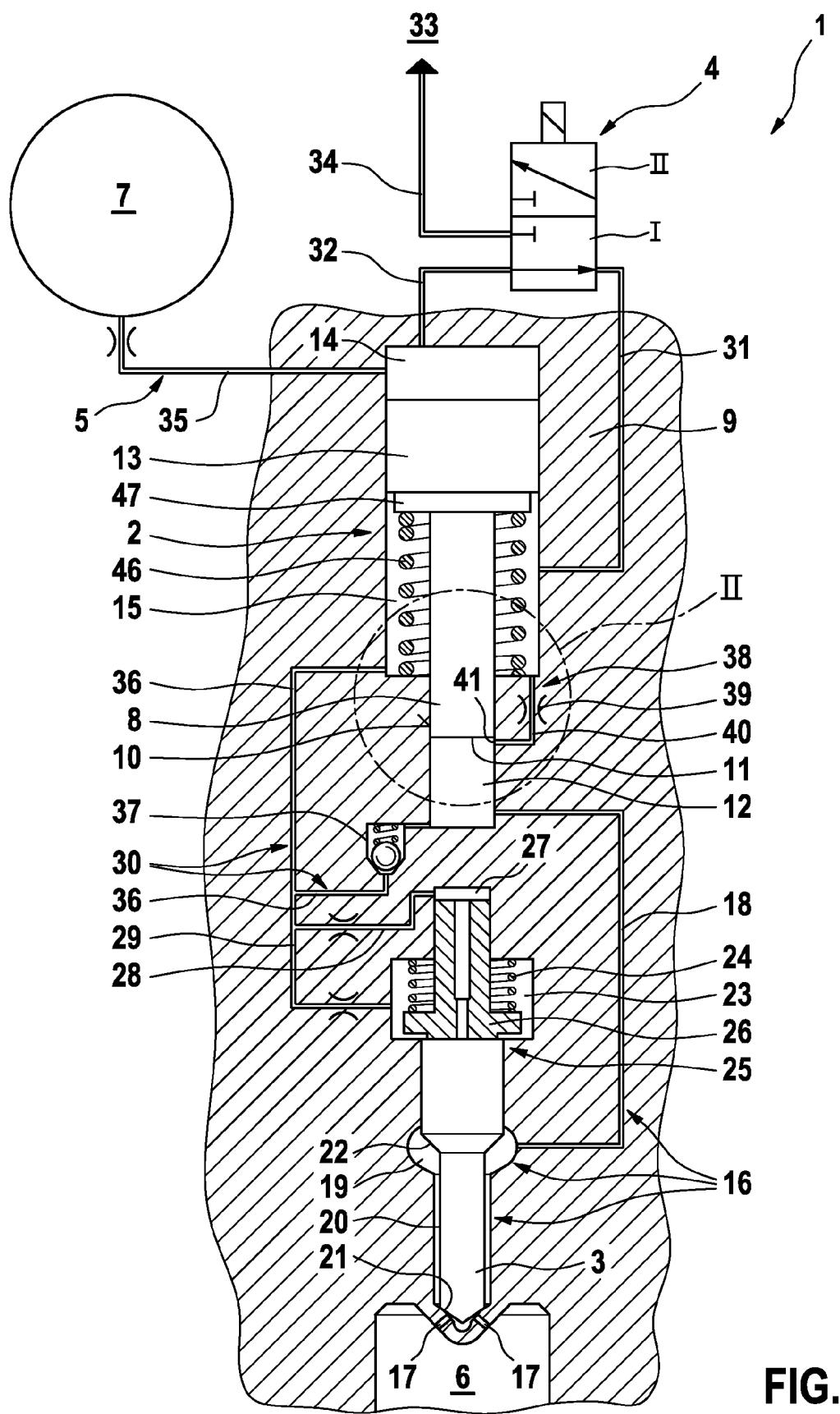


FIG. 1

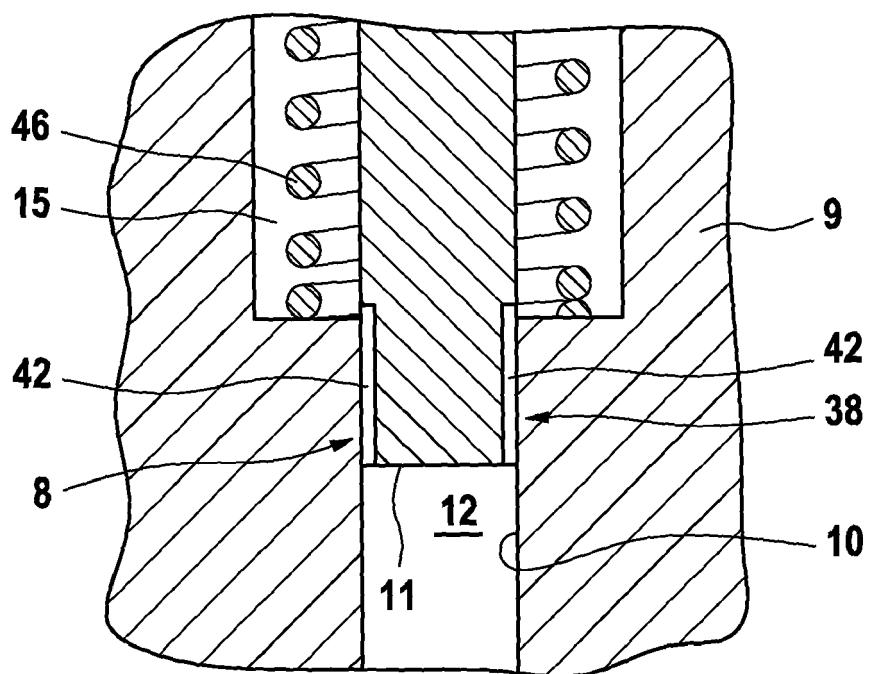


FIG. 2

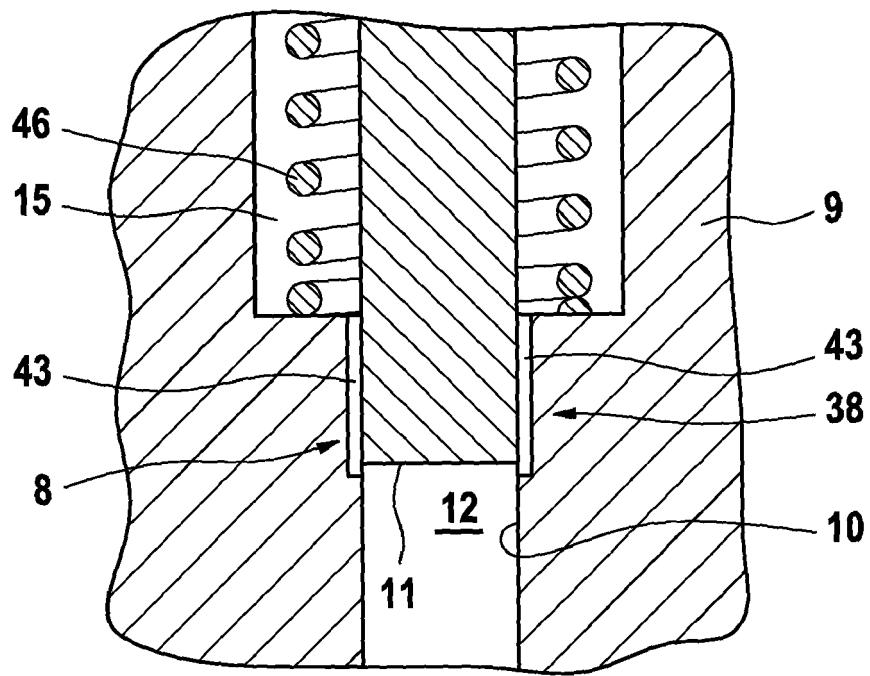


FIG. 3

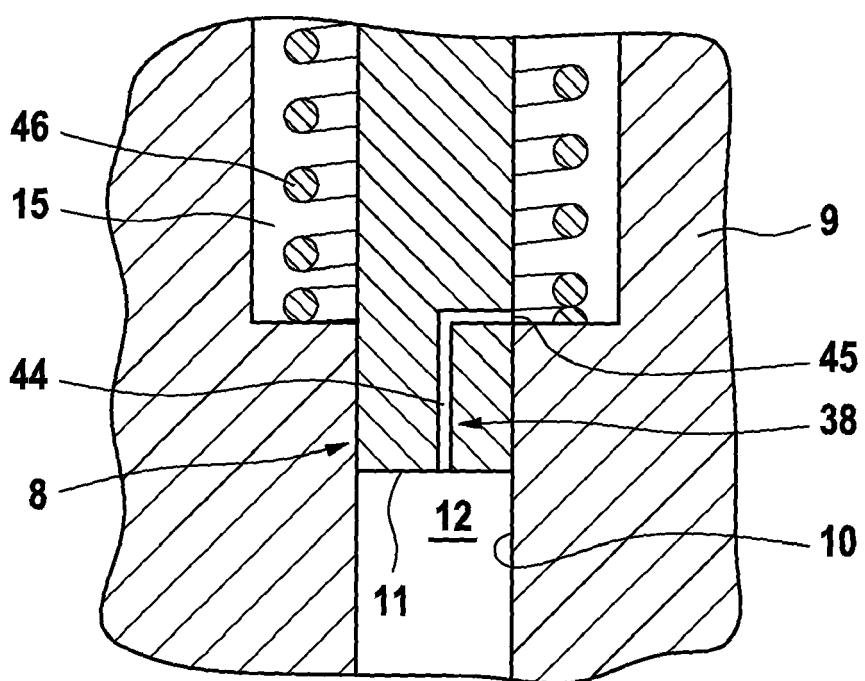


FIG. 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 102 29 417 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 15. Januar 2004 (2004-01-15) * Seite 3, Absatz 18 - Seite 4, Absatz 22; Abbildung 1 *	1-12	F02M57/02 F02M59/10
A	DE 102 48 467 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 6. Mai 2004 (2004-05-06) * Seite 4, Absatz 20-22; Abbildung 2 *	1-12	
A	DE 102 47 210 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 22. April 2004 (2004-04-22) * Seite 3, Absatz 19 - Seite 4, Absatz 25; Abbildung 1 *	1-12	
A	US 4 069 800 A (KANDA ET AL) 24. Januar 1978 (1978-01-24) * Spalte 2, Zeile 8 - Spalte 3, Zeile 27; Abbildung 1 *	1-12	
D,A	DE 102 29 418 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 29. Januar 2004 (2004-01-29) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F02M
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		9. November 2005	Etschmann, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 10 9675

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-11-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10229417	A1	15-01-2004	WO EP US	2004003374 A1 1520096 A1 2005172935 A1		08-01-2004 06-04-2005 11-08-2005
DE 10248467	A1	06-05-2004	WO EP	2004040118 A1 1556605 A1		13-05-2004 27-07-2005
DE 10247210	A1	22-04-2004	WO EP	2004036030 A1 1554489 A1		29-04-2004 20-07-2005
US 4069800	A	24-01-1978	DE GB JP	2602280 A1 1525772 A 51101628 A		29-07-1976 20-09-1978 08-09-1976
DE 10229418	A1	29-01-2004	WO EP US	2004003375 A1 1520097 A1 2005077378 A1		08-01-2004 06-04-2005 14-04-2005