



(11)

EP 3 483 420 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.2019 Patentblatt 2019/20

(51) Int Cl.:

F02M 45/08 (2006.01)**F02D 41/40** (2006.01)**F02M 47/02** (2006.01)**F02M 63/00** (2006.01)(21) Anmeldenummer: **18200303.8**(22) Anmeldetag: **15.10.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **13.11.2017 EP 17201409**

(71) Anmelder: **Winterthur Gas & Diesel AG
8401 Winterthur (CH)**

(72) Erfinder:

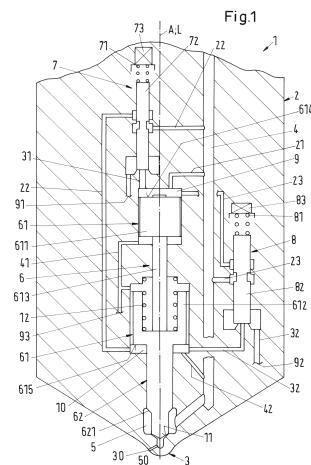
- Yildirim, Turhan
8408 Winterthur (CH)
- Schmid, Andreas
8260 Stein am Rhein (CH)
- Imhasly, David
8400 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Intellectual Property Services GmbH
Langfeldstrasse 88
8500 Frauenfeld (CH)**

(54) **BRENNSTOFFEINSPRITZDÜSE UND BRENNSTOFFEINSPRITZVERFAHREN FÜR EINEN GROSSDIESELMOTOR, SOWIE GROSSDIESELMOTOR**

(57) Es wird eine Brennstoffeinspritzdüse für einen Grossdieselmotor vorgeschlagen, mit einem Düsenkopf (3), welcher mindestens ein Düsenloch (30) aufweist, durch welches ein Brennstoff in einen Brennraum (50) einbringbar ist, mit einer Brennstoffleitung (4), durch welche der Brennstoff in einen Druckraum (5) einbringbar ist, mit einem Ventilkörper (6), welcher mit einer Feder (12) belastet ist, und welcher einen Ventilkolben (61) sowie eine mit dem Ventilkolben (61) verbundene Düsenadel (62) umfasst, mit einem Ventilsitz (11), welcher zum Zusammenwirken mit der Düsenadel (62) ausgestaltet ist, derart, dass in einem geöffneten Zustand durch einen Hub des Ventilkörpers (6) eine Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum (5) und dem Düsenkopf (3) geöffnet ist, und dass in einem geschlossenen Zustand die Düsenadel (62) dichtend mit dem Ventilsitz (11) zusammenwirkt, sodass die Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum (5) und dem Düsenkopf (3) geschlossen ist, wobei eine obere Kammer (9) vorgesehen ist, welche durch eine Oberseite (614) des Ventilkolbens (61) begrenzt wird, sowie eine untere Kammer (10), welche durch eine Unterseite (615) des Ventilkolbens (6) begrenzt wird, wobei eine erste Zuführleitung (21) vorgesehen ist, welche die obere Kammer (9) mit der Brennstoffleitung (4) verbindet, eine erste Abführleitung (31), welche die obere Kammer (9) mit einem ersten Auslass (91) für den Brennstoff verbindet, eine zweite Zuführleitung (22), welche die untere Kammer (10) mit der Brennstoffleitung (4) verbindet, sowie eine zweite Abführleitung (32), welche die untere Kammer (10) mit einem

zweiten Auslass (92) verbindet, wobei ferner ein erstes Ansteuerventil (7) vorgesehen ist, welches in einer Schliessstellung sowohl die zweite Zuführleitung (22) als auch die erste Abführleitung (31) verschließt, und welches in einer Offenstellung sowohl die zweite Zuführleitung (22) als auch die erste Abführleitung (31) öffnet, wobei ein zweites Ansteuerventil (8) vorgesehen ist, welches in einer Schliessstellung die zweite Abführleitung (32) verschließt, und welches in einer Offenstellung die zweite Abführleitung (32) öffnet und wobei das erste Ansteuerventil (7) und das zweite Ansteuerventil (8) unabhängig voneinander ansteuerbar sind. Ferner werden ein Brennstoffeinspritzverfahren sowie ein Grossdieselmotor vorgeschlagen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennstoffeinspritzdüse und ein Brennstoffeinspritzenverfahren für einen Grossdieselmotor sowie einen Grossdieselmotor gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs der jeweiligen Kategorie.

[0002] Grossdieselmotoren, wie beispielsweise längsgespülte Zweitakt-Grossdieselmotoren, werden häufig als Antriebsaggregate für Schiffe oder auch im stationären Betrieb, z.B. zum Antrieb grosser Generatoren zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt. Dabei laufen die Motoren in der Regel über beträchtliche Zeiträume im Dauerbetrieb, was hohe Anforderungen an die Betriebssicherheit und die Verfügbarkeit stellt. Daher sind für den Betreiber insbesondere lange Wartungsintervalle, geringer Verschleiss und ein wirtschaftlicher Umgang mit den Betriebsstoffen zentrale Kriterien.

[0003] Seit einigen Jahren ist auch mit zunehmender Bedeutung die Qualität der Abgase ein wesentlicher Aspekt. Das hat insbesondere bei Zweitakt-Grossdieselmotoren zur Folge, dass die Verbrennung des klassischen, mit Schadstoffen hoch belasteten Schweröls, aber auch die Verbrennung von Dieselöl oder anderen Brennstoffen problematischer wird, weil die Einhaltung der Abgasgrenzwerte immer schwieriger, technisch aufwändiger und damit teurer wird oder die Einhaltung der Grenzwerte wirtschaftlich nicht mehr sinnvoll möglich ist.

[0004] In der Praxis besteht daher bereits seit langem das Bedürfnis nach Motoren, die mit mindestens zwei verschiedenen Brennstoffen betrieben werden können. Dabei kann es sich beispielsweise um zwei verschiedene flüssige Brennstoffe handeln oder auch um einen flüssigen Brennstoff und einen gasförmigen Brennstoff. Solche Motoren werden üblicherweise als Multi-Fuel-Motoren bezeichnet und können während des Betriebs von einem Brennstoff auf einen anderen Brennstoff umgeschaltet werden. Bekannte flüssige oder gasförmige Brennstoffe, die alternativ in einem Multi-Fuel-Grossdieselmotor verbrannt werden können, umfassen neben Schweröl, Marinediesel und Diesel insbesondere Alkohole wie Methanol oder Ethanol, Erdgase wie LNG (liquefied natural gas) oder Emulsionen oder Suspensionen.

[0005] Als ein Beispiel seien hier die als MSAR (Multiphase Superfine Atomised Residue) bezeichneten Emulsionen genannt. Dies sind im Wesentlichen Emulsionen aus einem schweren Kohlenwasserstoff, z. B. Bitumen, Schweröl oder ähnliches, und Wasser, die in speziellen Verfahren hergestellt werden. Ein weiteres Beispiel sind Suspensionen, z. B. aus Kohlenstaub und Wasser, die ebenfalls als Brennstoff für Grossdieselmotoren eingesetzt werden.

[0006] Ein spezieller Typ eines Multi-Fuel-Motors ist der üblicherweise als "Dual-Fuel Motor" bezeichnete Motor, der mit zwei unterschiedlichen Brennstoffen betrieben werden können. In einem Gasmodus wird ein Gas, z.B. ein Erdgas wie LNG (liquefied natural gas), ver-

brannt, während in einem Flüssigmodus ein geeigneter flüssiger Brennstoff wie Diesel oder Schweröl in demselben Motor verbrannt werden kann.

[0007] Mit dem Begriff "Grossdieselmotor" sind im Rahmen dieser Anmeldung auch Multi-Fuel-Grossmotoren, Dual-Fuel Motoren und solche Grossmotoren gemeint, die außer im Dieselbetrieb, der durch die Selbstzündung des Brennstoffs gekennzeichnet ist, auch in einem Ottobetrieb, der durch die Fremdzündung des Brennstoffs gekennzeichnet ist, oder in Mischformen aus diesen beiden betrieben werden kann. Der Begriff Grossdieselmotor umfasst auch solche Grossmotoren, die alternativ mit mindestens zwei verschiedenen Brennstoffen betrieben werden können, wobei zumindest einer der verschiedenen Brennstoffe geeignet ist, um den Motor in einem Dieselbetrieb zu betreiben.

[0008] Moderne Grossdieselmotoren werden üblicherweise vollkommen elektronisch gesteuert und umfassen typischerweise für die Brennstoffeinspritzung ein Common-Rail-System mit einem Druckspeicher für den Brennstoff, um die Zylinder mit dem Brennstoff, also beispielsweise Schweröl oder Dieselöl, zu versorgen. Für jeden Zylinder ist mindestens eine Brennstoffeinspritzdüse vorgesehen, um den Brennstoff in den Brennraum des jeweiligen Zylinders einzuspritzen. Häufig sind für jeden Zylinder mehrere, beispielsweise zwei oder drei Brennstoffeinspritzdüsen vorgesehen. Jede Brennstoffeinspritzdüse ist mit dem Druckspeicher verbunden und umfasst einen Düsenkörper sowie einen Düsenkopf, welcher typischerweise in den Brennraum des Zylinders ragt. Der Düsenkopf, der auch als Zerstäuber bezeichnet wird, umfasst in der Regel mehrere Düsenlöcher, durch welche der Brennstoff in den Brennraum eingespritzt wird. Um den Einspritzvorgang zu beginnen oder zu beenden, ist in der Brennstoffeinspritzdüse ein beweglicher Ventilkörper vorgesehen, welcher mit einem Ventilsitz derart zusammenwirkt, dass der Durchgang zu den Düsenlöchern geöffnet oder geschlossen wird. Um einen Einspritzvorgang zu beginnen, wird der Ventilkörper durch einen Hub gegen die Kraft einer Feder aus dem Ventilsitz abgehoben, sodass der unter dem Einspritzdruck stehende Brennstoff zu den Düsenlöchern strömen kann. Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird der Ventilkörper in dichtenden Kontakt mit dem Ventilsitz gebracht, sodass der Durchgang zu den Düsenlöchern verschlossen wird.

[0009] Dieser Einspritzvorgang wird elektronisch gesteuert, beispielsweise durch Strombeaufschlagung elektromagnetischer Ansteuerventile, die dann eine entsprechende Hubbewegung des Ventilkörpers der Brennstoffeinspritzdüse verursachen. Nach Beendigung der Einspritzung drückt die Kraft der Feder den Ventilkörper wieder in einen dichtenden Kontakt mit dem Ventilsitz.

[0010] Obwohl sich derartige Einspritzsysteme für Grossdieselmotoren in der Praxis bewährt haben, besteht noch Verbesserungsbedarf. Eines der Probleme ist die Trägheit bzw. die Antwortzeit des Einspritzsystems. Zwar können die elektrischen oder elektronischen Sig-

nale, welche den Beginn bzw. das Ende des Einspritzvorgangs verursachen, als scharfe, wohldefinierte und zeitlich genau platzierte Signale generiert werden, aber die tatsächliche Einspritzung des Brennstoffs in den Zylinder weicht durch die physikalischen Eigenschaften des Einspritzsystems sowohl zeitlich als auch in der Stelheit der Flanken beim Öffnen und Schliessen des Durchlasses zwischen Ventilkörper und Ventilsitz von den elektronischen Signalen ab. Insbesondere ist es ein Problem, dass das Öffnen und Schliessen dieses Durchlasses zu langsam erfolgt, die Reaktionszeiten der Brennstoffeinspritzdüse also zu lange sind. Solche langen Reaktionszeiten können den wirtschaftlichen, effizienten und schadstoffarmen Betrieb des Grossdieselmotors negativ beeinflussen. Dies trifft insbesondere beim Kaltstart des Motors zu oder, wenn der Motor im unteren Lastbereich betrieben wird.

[0011] Zwar sind einige Massnahmen versucht worden, um diese Reaktionszeiten zu verkürzen, um also den Vorgang des Öffnens und des Schliessens des Durchlasses zwischen Ventilsitz und Ventilkörper zu verkürzen bzw. zu beschleunigen, aber diese Massnahmen stellen häufig nur einen Kompromiss dar. Da das durch die Ansteuerventile initiierte Öffnen bzw. Schliessen in der Regel über Drosseln, insbesondere Drosselleitungen, erfolgt, welche von dem Fluid, also beispielsweise von dem Brennstoff, durchströmt werden, ist es typischerweise so, dass eine Beschleunigung des Öffnens eine Verlangsamung des Schliessens zur Folge hat und umgekehrt.

[0012] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es daher eine Aufgabe der Erfindung, eine Brennstoffeinspritzdüse für einen Grossdieselmotor vorzuschlagen, die besonders kurze Schaltzeiten aufweist, d.h. bei welcher der Wechsel vom geöffneten Zustand (Strömungsverbindung zum Düsenkopf geöffnet) zum geschlossenen Zustand (Strömungsverbindung zum Düsenkopf verschlossen) und umgekehrt jeweils in besonders kurzer Zeit erfolgt. Ferner ist es eine Aufgabe der Erfindung ein entsprechendes Brennstoffeinspritzverfahren sowie einen entsprechenden Grossdieselmotor vorzuschlagen.

[0013] Die diese Aufgabe lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie gekennzeichnet.

[0014] Erfindungsgemäß wird also eine Brennstoffeinspritzdüse für einen Grossdieselmotors vorgeschlagen, mit einem Düsenkopf, welcher mindestens ein Düsenloch aufweist, durch welches ein Brennstoff in einen Brennraum einbringbar ist, mit einer Brennstoffleitung, durch welche der Brennstoff in einen Druckraum einbringbar ist, mit einem Ventilkörper, welcher mit einer Feder belastet ist, und welcher einen Ventilkolben sowie eine mit dem Ventilkolben verbundene Düsenadel umfasst, mit einem Ventilsitz, welcher zum Zusammenwirken mit der Düsenadel ausgestaltet ist, derart, dass in einem geöffneten Zustand durch einen Hub des Ventilkörpers eine Strömungsverbindung zwischen dem

Druckraum und dem Düsenkopf geöffnet ist, und dass in einem geschlossenen Zustand die Düsenadel dichtend mit dem Ventilsitz zusammenwirkt, sodass die Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum und dem Düsenkopf geschlossen ist, wobei eine obere Kammer vorgesehen ist, welche durch eine Oberseite des Ventilkolbens begrenzt wird, sowie eine untere Kammer, welche durch eine Unterseite des Ventilkolbens begrenzt wird, wobei eine erste Zuführleitung vorgesehen ist, welche die obere Kammer mit der Brennstoffleitung verbindet, eine erste Abführleitung, welche die obere Kammer mit einem ersten Auslass für den Brennstoff verbindet, eine zweite Zuführleitung, welche die untere Kammer mit der Brennstoffleitung verbindet, sowie eine zweite Abführleitung, welche die untere Kammer mit einem zweiten Auslass verbindet, wobei ferner ein erstes Ansteuerventil vorgesehen ist, welches in einer Schliessstellung sowohl die zweite Zuführleitung als auch die erste Abführleitung verschliesst, und welches in einer Offenstellung sowohl die zweite Zuführleitung als auch die erste Abführleitung öffnet, wobei ein zweites Ansteuerventil vorgesehen ist, welches in einer Schliessstellung die zweite Abführleitung verschliesst, und welches in einer Offenstellung die zweite Abführleitung öffnet, und wobei das erste Ansteuerventil und das zweite Ansteuerventil unabhängig voneinander ansteuerbar sind.

[0015] Durch diese Ausgestaltung mit der oberen Kammer, die oberhalb des Ventilkolbens vorgesehen ist, der unteren Kammer, die unterhalb des Ventilkolbens vorgesehen ist, und den beiden Ansteuerventilen, mit welchen der Zufluss in sowie der Abfluss aus der oberen und der unteren Kammer gesteuert werden kann, lassen sich besonders kurze Schaltzeiten realisieren.

[0016] Mit "Schaltzeiten" ist dabei sowohl die Öffnungszeit gemeint, welche der Ventilkörper benötigt, um vom geschlossenen Zustand in einen geöffneten Zustand zu wechseln, als auch die Schliesszeit, welche der Ventilkörper benötigt, um von dem geöffneten Zustand in den geschlossenen Zustand zu wechseln.

[0017] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung ist es möglich, zum Wechsel vom geschlossenen in einen geöffneten Zustand gleichzeitig die Oberseite des Ventilkolbens vom Druck des Brennstoffs zu entlasten und die Unterseite des Ventilkolbens mit Druck zu beaufschlagen, sodass eine besonders kurze Öffnungszeit resultiert. Umgekehrt kann für den Wechsel vom geöffneten Zustand zum geschlossenen Zustand gleichzeitig die Oberseite des Ventilkolbens mit dem Druck des Brennstoffs beaufschlagt werden, und die Unterseite des Ventilkolbens vom Druck entlastet werden, sodass eine besonders kurze Schliesszeit resultiert.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung sind das erste Ansteuerventil und das zweite Ansteuerventil jeweils als federbelastetes, elektromagnetisches Ventil ausgestaltet, welches bei Strombeaufschlagung gegen die Kraft einer Feder aus der Schliessstellung in die Offenstellung wechselt. Dabei ist es bevorzugt, wenn das erste und das zweite Ansteuerventil jeweils als monosta-

biles Schaltorgan ausgestaltet sind. D.h., das jeweilige Ansteuerventil hat nur einen stabilen Zustand, nämlich die Schliessstellung. Der andere Zustand, nämlich die Offenstellung, bleibt nur so lange aufrechterhalten, wie das Ansteuerventil mit Strom beaufschlagt wird. Wird das Ansteuerventil nicht mehr mit Strom beaufschlagt, kehrt das Ansteuerventil automatisch durch die Federbelastung in den stabilen Zustand, nämlich die Schliessstellung, zurück.

[0019] Aus praktischen Gründen ist es bevorzugt, dass das erste Ansteuerventil und das zweite Ansteuerventil jeweils als Schieberventil mit einem Ventilschieber ausgestaltet sind.

[0020] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist eine dritte Zuführleitung vorgesehen, welche die obere Kammer mit der Brennstoffleitung verbindet, wobei das zweite Ansteuerventil in der Schliessstellung die dritte Zuführleitung verschliesst, und in der Offenstellung die dritte Zuführleitung öffnet. Dadurch wird beim Wechsel vom geöffneten in den geschlossenen Zustand durch das zweite Ansteuerventil nicht nur die zweite Abführleitung zur Druckentlastung der unteren Kammer geöffnet, die dritte Zuführleitung geöffnet, durch welche dann zusätzlich der unter Druck stehende Brennstoff aus der Brennstoffleitung in die obere Kammer einströmen kann, sodass in der oberen Kammer ein noch schnellerer Druckaufbau erfolgt. Hierdurch lässt sich die Schliesszeit noch weiter verkürzen.

[0021] Gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst der Ventilkolben einen oberen Kolben und einen unteren Kolben, die mittels eines Verbindungselements hydraulisch und/oder mechanisch miteinander verbunden sind, wobei der obere Kolben die Oberseite des Ventilkolbens bildet und der untere Kolben die Unterseite des Ventilkolbens.

[0022] Bei dieser Ausgestaltung des Ventilkolbens ist es aus konstruktiven Gründen vorteilhaft, wenn der untere Kolben als Hohlkolben ausgestaltet ist, und die Feder aufnimmt, welche den Ventilkolben belastet.

[0023] Diese Ausgestaltung als Hohlkolben ist natürlich nicht zwingend, es ist beispielsweise auch möglich, den unteren Kolben als Vollkolben, also ohne Hohlraum, auszustalten. Bei einer solchen Ausgestaltung stützt sich die Feder, welche den Ventilkolben belastet, vorzugsweise auf der oberen Stirnfläche des unteren Kolbens ab.

[0024] Ferner ist es bei dieser Ausgestaltung des Ventilkolbens mit dem oberen und dem unteren Kolben bevorzugt, dass eine Ausgleichsleitung zum Druckausgleich zwischen der Unterseite des oberen Kolbens und der Oberseite des unteren Kolbens vorgesehen ist, durch welche Brennstoff abführbar ist. Wenn also Brennstoff in den Bereich zwischen dem oberen und dem unteren Kolben gelangt, so verhindert es die Ausgleichsleitung, dass sich in diesem Bereich ein Druck aufbauen kann.

[0025] Gemäss einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist der Hub des Ventilkörpers einstellbar, sodass der im geöffneten Zustand offene Strömungsquerschnitt

der Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum und dem Düsenkopf veränderbar ist. Das heisst, der Hub des Ventilkörpers ist auf einen beliebigen Wert zwischen Null (geschlossener Zustand) und einem maximalen Hub einstellbar, wobei der maximale Hub einem maximalen geöffneten Zustand entspricht, in welchem die Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum und dem Düsenkopf entlang des Ventilsitzes einen maximalen Strömungsquerschnitt aufweist. Die Einstellung des

5 Hubs erfolgt dabei vorzugsweise, indem während eines Einspritzvorgangs das erste Ansteuerventil nicht mit einem einzigen Impuls angesteuert wird, dessen Länge der gewünschten Einspritzdauer entspricht, sondern mit einer Mehrzahl von kurzen Impulsen, die jeweils nur ein 10 kurzfristiges Öffnen der zweiten Verbindungsleitung und der ersten Abführleitung bewirken. Dies kann unterstützt werden durch ein mehrfaches kurzfristiges Ansteuern des zweiten Ansteuerventils.

[0026] Durch dieses mehrfache, kurzfristige Ansteuern des ersten Ansteuerventils (und vorzugsweise auch des zweiten Ansteuerventils) kann also der Ventilkörper während eines Einspritzvorgangs schwabend oder schwimmend in einer Zwischenstellung gehalten werden, die zwischen dem geschlossenen Zustand und dem 15 maximalen geöffneten Zustand liegt. Auf diese Weise kann der offene Strömungsquerschnitt der Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum und dem Düsenkopf entlang des Ventilsitzes auf einen beliebigen Wert zwischen Null und einem Maximalwert eingestellt werden. Im Unterschied zu bekannten Lösungen, bei welchen der Hub des Ventilkörpers einen fixen Wert hat, ist es bei der erfindungsgemässen Brennstoffeinspritzdüse möglich, einen variablen Hub des Ventilkörpers zu realisieren, also verschiedene geöffnete Zustände zwischen 20 dem geschlossenen Zustand und dem maximalen geöffneten Zustand einzustellen.

[0027] Diese Möglichkeit des variablen Hubs des Ventilkörpers ist beispielsweise für den Teillastbetrieb des Grossdieselmotors vorteilhaft. Da hier typischerweise 25 weniger Brennstoff pro Einspritzvorgang benötigt wird als im Vollastbetrieb, ist es möglich, den Ventilkörper mit einem kleineren Hub zu betätigen, sodass pro Zeitintervall eine geringere Menge Brennstoff eingespritzt wird bzw. mit einem geringeren Druck eingespritzt wird. Dies 30 hat zudem den Vorteil, dass durch einen kleineren Hub des Ventilkörpers die Öffnungszeit und die Schliesszeit noch weiter verkürzt werden können.

[0028] Auch ist es durch den variablen Hub möglich, während eines Einspritzvorgangs, den Hub zwischen 35 zwei oder mehr von Null verschiedenen Werten zu verändern, also beispielsweise während des Einspritzvorgangs den Ventilkörper aus einer ersten in eine (von der ersten verschiedene) zweite Zwischenstellung oder in den maximalen geöffneten Zustand zu bewegen.

[0029] Durch diese Möglichkeit des variablen Hubs des Ventilkörpers hat man nun neben dem Einspritzbeginn und der Einspritzdauer noch einen weiteren Parameter, nämlich den variablen Hub des Ventilkörpers und

damit einen variablen Druck der Einspritzung, zur Verfügung, um den Einspritzvorgang optimal an die jeweiligen Betriebsbedingungen, z. B. Art und Eigenschaften des Brennstoffes oder Lastbereich, in welchem der Motor betrieben wird, anzupassen. Insbesondere lassen sich praktisch beliebige Einspritzprofile realisieren, womit der zeitliche Verlauf der eingespritzten Brennstoffmenge gemeint ist. Auch eine Voreinspritzung ist möglich. Insbesondere der variable Hub des Ventilkörpers ermöglicht somit eine optimale Einspritzung und damit einen besonders wirtschaftlichen, effizienten, schadstoffarmen und Verschleiss reduzierenden Betrieb des Grossdieselmotors. Unter praktischen Aspekten ist es bevorzugt, wenn die Verbindungsleitungen und die Abführleitungen, durch welche der unter Druck stehende Brennstoff in die untere oder obere Kammer eingebracht wird, bzw. durch welche der Brennstoff aus der unteren oder oberen Kammer abführbar ist, als Drosselleitungen ausgestaltet sind, welche den Fluss des Brennstoffes durch die jeweilige Leitung drosseln. Insbesondere sind dazu die folgenden Massnahmen bevorzugt:

Die zweite Zuführleitung weist einen Durchmesser auf, der höchstens 50%, vorzugsweise höchstens 25% des Durchmessers der Brennstoffleitung beträgt.

[0030] Die erste Zuführleitung weist einen Durchmesser auf, der kleiner ist als der Durchmesser der zweiten Zuführleitung.

[0031] Die dritte Zuführleitung weist einen Durchmesser auf, der im Wesentlichen gleich dem Durchmesser der zweiten Zuführleitung ist.

[0032] Die zweite Abführleitung weist zwischen der unteren Kammer und dem zweiten Ansteuerventil einen Durchmesser auf, der kleiner ist als der Durchmesser der zweiten Zuführleitung.

[0033] Diese Massnahmen können entweder einzeln realisiert sein oder in einer beliebigen Kombination. Vorzugsweise sind alle genannten Massnahmen realisiert.

[0034] Durch die Erfindung wird ferner ein Brennstoffeinspritzverfahren für einen Grossdieselmotor vorgeschlagen, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen einer Brennstoffeinspritzdüse, die erfindungsgemäß ausgestaltet ist,
- Beginnen eines Einspritzvorgangs durch ein Ansteuern des ersten Ansteuerventils;
- mehrfaches Ansteuern des ersten Ansteuerventils und optional des zweiten Ansteuerventils während des Einspritzvorgangs.

[0035] Wie dies bereits vorangehend im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzdüse erläutert wurde, lässt sich durch das mehrfache Ansteuern des ersten Ansteuerventils und optional des zweiten Ansteuerventils der vorteilhafte variable Hub des Ventilkörpers während des Einspritzvorgangs realisieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Ventilkörper während des Einspritzvorgangs zumindest zeitweise in einer Zwischenstellung zwischen dem

geschlossenen Zustand und einem maximalen geöffneten Zustand gehalten.

[0036] Durch die Erfindung wird ferner Grossdieselmotor, insbesondere ein längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor vorgeschlagen, wobei der Grossdieselmotor eine Brennstoffeinspritzdüse umfasst, welche erfindungsgemäß ausgestaltet ist, oder mit einem erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzverfahren betrieben wird.

[0037] Insbesondere kann der Grossdieselmotor auch als Multi-Fuel Motor ausgestaltet sein, der mit mindestens zwei unterschiedlichen Brennstoffen betreibbar ist, und speziell als Dual-Fuel Motor, welcher mit einem flüssigen Brennstoff, vorzugsweise Schweröl oder ein Dieselöl, und mit einem gasförmigen Brennstoff betrieben werden kann, wobei während des Betriebs von dem Flüssigmodus in den Gasmodus umgeschaltet werden kann und umgekehrt.

[0038] Weitere vorteilhafte Massnahmen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0039] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1: eine schematische Längsschnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzdüse.

[0040] Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung sind relative Lagebezeichnungen wie "unten", "oben", "unterhalb", "oberhalb", usw. so zu verstehen, dass sie sich jeweils auf die normale Gebrauchslage beziehen.

[0041] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Längsschnittdarstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzdüse für einen Grossdieselmotor, die gesamthaft mit dem Bezugzeichen 1 bezeichnet ist. Insbesondere ist die Brennstoffeinspritzdüse 1 für einen längsgespülten Zweitakt-Grossdieselmotor geeignet. Natürlich ist die Brennstoffeinspritzdüse 1 auch für andere Grossmotoren geeignet, beispielsweise für Viertakt-Grossdieselmotoren oder für Grossmotoren, die mit einem anderen flüssigen Brennstoff betreibbar sind.

[0042] Fig. 1 stellt die Brennstoffeinspritzdüse 1 in ihrer normalen Gebrauchslage dar.

[0043] Ein Grossdieselmotor umfasst in an sich bekannter Weise eine Mehrzahl von Zylindern, beispielsweise sechs bis zwölf Zylinder oder noch mehr. In jedem Zylinder ist ein Kolben vorgesehen, der jeweils entlang einer Lauffläche des Zylinders zwischen einem oberen und einem unteren Totpunkt hin- und her bewegbar angeordnet ist, und dessen Oberseite gemeinsam mit einem Zylinderdeckel einen Brennraum 50 (Fig. 1) begrenzt. In den Brennraum 50 wird mittels der Brennstoffeinspritzdüse 1 ein Brennstoff, z. B. Schweröl, eingespritzt.

[0044] Die Brennstoffeinspritzdüse 1 ist Teil eines Einspritzsystems, das beispielsweise als Common-Rail Ein-

spritzsystem ausgestaltet ist. Das Einspritzsystem umfasst für jeden Zylinder mindestens eine, üblicherweise aber mehrere, z. B. zwei oder drei Brennstoffeinspritzdüsen 1 zum Einspritzen des Brennstoffs in den Brennraum 50, welche üblicherweise im Zylinderdeckel angeordnet sind.

[0045] Der Aufbau und die einzelnen Komponenten des Grossdieselmotors, wie beispielsweise Einzelheiten des Einspritzsystems, das Gaswechselsystem, das Abgassystem oder das Turboladersystem für die Bereitstellung der Spül- bzw. Ladeluft, sowie das Kontroll- und Steuerungssystem für den Grossdieselmotor sind dem Fachmann hinlänglich bekannt und bedürfen daher hier keiner weiteren Erläuterung.

[0046] Modernen Grossdieselmotoren werden heute vollkommen elektronisch gesteuert und kontrolliert. Eine Motorkontrolleinheit (nicht dargestellt) steuert und überwacht alle Funktionen des Grossdieselmotors, beispielsweise die Betätigung der Auslassventile für den Gaswechsel oder den Einspritzvorgang für den Brennstoff. Die Steuerung bzw. Regelung der verschiedenen Funktionen erfolgt dabei mittels elektrischer oder elektronischer Signale, mit welchen die entsprechenden Komponenten des Motors angesteuert werden. Zudem erhält die Motorkontrolleinheit Informationen von verschiedenen Detektoren, Sensoren oder Messvorrichtungen.

[0047] Das Common-Rail Einspritzsystem, welches den Brennraum 50 jedes Zylinders mit Brennstoff, beispielsweise Schweröl, versorgt, umfasst typischerweise einen Druckspeicher (nicht dargestellt), der auch als Akkumulator bezeichnet wird. Der Druckspeicher enthält den Brennstoff unter einem Hochdruck, der im Wesentlichen dem Einspritzdruck entspricht, mit welchem der Brennstoff in den jeweiligen Brennraum 50 eingespritzt wird. Üblicherweise ist der Druckspeicher als ein rohrförmiges Gefäß ausgestaltet, das sich entlang aller Zylinder des Grossdieselmotors erstreckt. Eine oder mehrere Brennstoffpumpen versorgen den Druckspeicher mit Brennstoff unter Hochdruck. Der Druck des Brennstoffs in dem Druckspeicher kann beispielsweise 700-900 bar betragen, aber auch noch höher oder aber auch tiefer sein. Eine Druckerhöhungspumpe (booster pump), die mit einem Vorratsbehälter für den Brennstoff verbunden ist, fördert den Brennstoff zu der oder den Brennstoffpumpe(n).

[0048] Jede der Brennstoffeinspritzdüsen 1 ist über eine Druckleitung mit dem Druckspeicher verbunden, sodass der unter dem Einspritzdruck stehende Brennstoff aus dem Druckspeicher zu der Brennstoffeinspritzdüse 1 gelangen kann. Zwischen jeder Brennstoffeinspritzdüse 1 und dem Druckspeicher kann zudem ein Flussbegrenzungsventil vorgesehen sein, um eine unbeabsichtigte Dauereinspritzung, beispielsweise aufgrund einer Fehlfunktion, zu vermeiden

[0049] Im Folgenden wird nun das in Fig. 1 schematisch dargestellte Ausführungsbeispiel der erfundungsge-mässen Brennstoffeinspritzdüse 1 sowie sein Betrieb näher erläutert.

[0050] Die Brennstoffeinspritzdüse 1 erstreckt sich in einer axialen Richtung A, welche durch die Längsachse L der Brennstoffeinspritzdüse 1 festgelegt ist, und umfasst einen Düsenkörper 2 sowie einen Düsenkopf 3, der am unteren Ende der Brennstoffeinspritzdüse 1 vorgesehen ist und der mit dem Düsenkörper 2 verbunden ist.

Der Düsenkopf 3 kann als separates Bauteil ausgestaltet sein, das mit dem Düsenkörper 2 verbunden wird. Alternativ kann der Düsenkopf 3 auch integraler Bestandteil des Düsenkörpers 2 sein. Der Düsenkopf 3 weist mindestens ein Düsenloch 30 auf, typischerweise eine Mehrzahl von Düsenlöchern 30, durch welche(s) der Brennstoff in den Brennraum 50 des Zylinders einbringbar ist. Die Brennstoffeinspritzdüse 1 ist beispielsweise am Zylinderdeckel des Zylinders montiert, derart dass der Düsenkopf 3 in den Brennraum 50 des Zylinders hineinragt. Die Brennstoffeinspritzdüse 1 weist ferner eine Brennstoffleitung 4 auf, welche vorzugsweise als Bohrung im Düsenkörper 2 ausgestaltet ist. Die Brennstoffleitung 4 ist mit der Druckleitung (nicht dargestellt) verbindbar, durch welche die Brennstoffeinspritzdüse 1 mit dem Druckspeicher (nicht dargestellt) für den Brennstoff verbunden ist, sodass der unter dem Einspritzdruck stehende Brennstoff in die Brennstoffleitung 4 gelangen kann.

[0051] Die Brennstoffleitung 4 erstreckt sich bis zu einem Druckraum 5 im Düsenkörper 2, sodass der unter Druck stehende Brennstoff durch die Brennstoffleitung 4 in den Druckraum 5 einbringbar ist. Der Druckraum 5 ist im Wesentlichen ringförmig ausgestaltet.

[0052] Die Brennstoffeinspritzdüse 1 umfasst ferner einen Ventilkörper 6, welcher einen Ventilkolben 61 sowie eine mit dem Ventilkolben 61 verbundene Düsenadel 62 aufweist, wobei die Düsenadel 62 in axialer Richtung A unterhalb des Ventilkolbens 61 angeordnet ist. Die Düsenadel 62 erstreckt sich in axialer Richtung A bis in den Druckraum 5 hinein. Der Ventilkolben 6 umfasst bei diesem Ausführungsbeispiel einen oberen Kolben 611, einen unteren Kolben 612 sowie ein Verbindungselement 613, das zwischen dem oberen Kolben 611 und dem unteren Kolben 612 angeordnet ist, und diese beiden Kolben 611, 612 mechanisch und/oder hydraulisch miteinander verbindet bzw. aneinander koppelt.

[0053] Der Ventilkolben 61 hat eine Oberseite 614 sowie eine Unterseite 615, welche die beiden axialen Stirnflächen des Ventilkolbens 61 bilden. Im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel bildet der obere Kolben 611 die Oberseite 614 des Ventilkolbens 61, und der untere Kolben 612 bildet die Unterseite 615 des Ventilkolbens 61.

[0054] Der untere Kolben 612 ist in dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel als Hohlkolben, d.h. mit einer zentralen Ausnehmung, ausgestaltet, in welche hinein sich das Verbindungselement 613 erstreckt. In dieser zentralen Ausnehmung des unteren Kollbens 612 ist eine Feder 12 angeordnet, welche den Ventilkörper 6 belastet bzw. vorspannt.

[0055] Alternativ ist es natürlich auch möglich, den unteren Kolben 612 als Vollkolben, das heißt ohne die zentrale Ausnehmung auszugestalten. Die Feder 12 stützt

sich dann vorzugsweise mit ihrem unteren Ende auf der Oberseite des unteren Kolbens 612 ab.

[0056] Der Ventilkörper 6, welcher den Ventilkolben 61 mit dem oberen Kolben 611, dem unteren Kolben 612 und dem Verbindungselement 613 sowie die Düsenadel 62 umfasst, besteht beispielsweise aus mehreren Teilen. Der Ventilkörper 6 ist bezüglich der axialen Richtung A hin- und herbewegbar angeordnet.

[0057] Das untere Ende der Düsenadel 62 ist für das Zusammenwirken mit einem Ventilsitz 11 ausgestaltet, welcher unterhalb des Druckraums 5 angeordnet ist, und sich an den Druckraum 5 anschliesst. Vorzugsweise ist das untere Ende der Düsenadel 62 kegel- oder kegelstumpfförmig ausgestaltet und der Ventilsitz 11 ist ebenfalls kegel- oder kegelstumpfförmig ausgestaltet, derart, dass die Düsenadel 62 und der Ventilsitz 11 dichtend miteinander zusammenwirken können.

[0058] In einem geschlossenen Zustand wirkt die Düsenadel 62 dichtend mit dem Ventilsitz 11 zusammen, sodass eine Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum 5 und dem Düsenkopf 3 geschlossen ist, und kein Brennstoff aus dem Druckraum 5 in den Düsenkopf 3 gelangen kann. In einem geöffneten Zustand ist durch einen Hub des Ventilkörpers 6 in axialer Richtung A (darstellungsgemäss nach oben) die Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum 5 und dem Düsenkopf 3 geöffnet, sodass der Brennstoff aus dem Druckraum 5 zwischen der Düsenadel 62 und dem Ventilsitz 11 hindurch in den Düsenkopf 3 und zu den Düsenlöchern 30 strömen kann.

[0059] Die Düsenadel 62 weist in dem Bereich, der im Druckraum 5 angeordnet ist, eine Verjüngung 621 auf, sodass der im Druckraum 5 befindliche, unter dem Einspritzdruck stehende Brennstoff eine nach oben gerichtete Kraft auf den Ventilkörper 6 ausüben kann. Die Feder 12, welche von dem als Hohlkolben ausgestalteten unteren Kolben 612 des Ventilkörpers 6 aufgenommen wird, ist derart angeordnet, dass sie den Ventilkörper 6 in Richtung des Ventilsitzes 11 vorspannt. D. h. die Feder 12 übt eine nach unten gerichtete Kraft auf den Ventilkörper 6 aus, welche diesen in Richtung des Ventilsitzes 11 drückt.

[0060] Ferner ist in dem Düsenkörper 2 eine obere Kammer 9 vorgesehen, welche oberhalb des Ventilkolbens 61 angeordnet ist, und welche durch die Oberseite 614 des Ventilkolbens 61 begrenzt wird. Ferner ist in dem Düsenkörper 2 eine untere Kammer 10 vorgesehen, welche unterhalb des Ventilkolbens 61 angeordnet ist, und welche durch die Unterseite 615 des Ventilkolbens 61 begrenzt wird.

[0061] Die Brennstoffeinspritzdüse 1 umfasst ferner eine erste Zuführleitung 21, eine zweite Zuführleitung 22, eine erste Abführleitung 31 und eine zweite Abführleitung 32, wobei jede dieser Leitungen 21, 22, 31, 32 vorzugsweise jeweils als Bohrung in dem Düsenkörper 2 ausgestaltet ist.

[0062] Die erste Zuführleitung 21 verbindet die obere Kammer 9 mit der Brennstoffleitung 4. Die zweite Zuführ-

leitung 22 verbindet die untere Kammer 10 mit der Brennstoffleitung 4. Die erste Abführleitung 31 verbindet die obere Kammer 9 mit einem ersten Auslass 91, sodass der Brennstoff aus der oberen Kammer 9 zu dem ersten Auslass 91 abströmen kann. Die zweite Abführleitung 32 verbindet die untere Kammer 10 mit einem zweiten Auslass 92, sodass der Brennstoff aus der unteren Kammer 10 zu dem zweiten Auslass 92 abströmen kann. Der erste Auslass 91 und der zweite Auslass 92 sind über eine

5 Rückführung (nicht dargestellt) mit der Brennstoffversorgung, beispielsweise mit dem Vorratsbehälter für den Brennstoff, verbunden, sodass der durch die beiden Auslässe 91, 92 abströmende Brennstoff in die Brennstoffversorgung zurückgeführt wird.

[0063] Ferner ist bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel noch eine dritte Zuführleitung 23 vorgesehen, welche vorzugsweise auch als Bohrung in dem Düsenkörper 2 ausgestaltet ist, und welche die obere Kammer 9 mit der Brennstoffleitung 4 verbindet. Die dritte Zuführleitung 23 ist verschieden von der ersten Zuführleitung 21.

[0064] Um den Fluss des unter Druck stehenden Brennstoffs durch die verschiedenen Leitungen, 21, 22, 23, 31, 32 zu steuern bzw. zu regulieren, umfasst die Brennstoffeinspritzdüse 1 ein erstes Ansteuerventil 7 sowie ein zweites Ansteuerventil 8. Die beiden Ansteuerventile 7, 8 sind als elektronisch bzw. elektrisch ansteuerbare Schaltventile ausgestaltet, welche jeweils eine Offenstellung und eine Schliessstellung haben.

[0065] Die beiden Ansteuerventile 7, 8 sind unabhängig voneinander ansteuerbar bzw. unabhängig voneinander schaltbar. Das heisst, wenn das erste Ansteuerventil 7 in der Offenstellung ist, kann das zweite Ansteuerventil 8 wahlweise in der Offenstellung oder in der Schliessstellung sein, und wenn das erste Ansteuerventil 7 in der Schliessstellung ist, kann das zweite Ansteuerventil 8 auch wahlweise in der Offenstellung oder in der Schliessstellung sein. Die beiden Ansteuerventile 7, 8 sind also unabhängig voneinander betätigbar bzw. schaltbar. Unabhängig davon, in welcher Stellung (Offen- oder Schliessstellung) das eine der beiden Ansteuerventile 7 oder 8 ist, kann das jeweils andere Ansteuerventil 8 oder 7 beliebig zwischen seiner Offenstellung und seiner Schliessstellung hin und her geschaltet werden. Das erste Ansteuerventil 7 und das zweite Ansteuerventil 8 sind also vollständig unabhängig voneinander ansteuerbar bzw. betätigbar. Jedes der beiden Ansteuerventile 7 und 8 kann also jeweils separat geschaltet werden.

[0066] Wenn das erste Ansteuerventil 7 in seiner Schliessstellung ist, so ist sowohl die zweite Zuführleitung 22 als auch die erste Abführleitung 31 verschlossen, derart dass sie nicht von dem Brennstoff durchströmt werden können. Ist das erste Ansteuerventil 7 in seiner Offenstellung, so ist sowohl die zweite Zuführleitung 22 als auch die erste Abführleitung 31 offen, sodass der Brennstoff diese Leitungen 22, 31 durchströmen und zum ersten Auslass 91 strömen kann.

[0067] Wenn das zweite Ansteuerventil 8 in seiner Schliessstellung ist, so ist die zweite Abführleitung 32 verschlossen, derart dass sie nicht von dem Brennstoff zum zweiten Auslass 92 durchströmt werden kann. Ist das zweite Ansteuerventil 8 in seiner Offenstellung, so ist die zweite Abführleitung 32 offen, sodass der Brennstoff die zweite Abführleitung 32 zum zweiten Auslass 92 durchströmen kann.

[0068] Auch der Durchlass durch die dritte Zuführleitung 23 wird mittels des zweiten Ansteuerventils 8 gesteuert. Wenn sich das zweite Ansteuerventil 8 in seiner Schliessstellung befindet, so verschliesst das zweite Ansteuerventil 8 die dritte Zuführleitung 23, sodass der Brennstoff nicht aus der Brennstoffleitung 4 durch die dritte Zuführleitung 23 in die obere Kammer 9 strömen kann. Ist das zweite Ansteuerventil 8 in seiner Offenstellung, so ist die dritte Zuführleitung 23 geöffnet, sodass der Brennstoff aus der Brennstoffleitung 4 durch die dritte Zuführleitung 23 in die obere Kammer 9 einströmen kann.

[0069] Vorzugsweise sind das erste Ansteuerventil 7 und das zweite Ansteuerventil 8 jeweils als federbelastetes elektromagnetisches Ventil 7, 8 ausgestaltet, welches bei Strombeaufschlagung gegen die Kraft einer Feder 71, 81 aus der Schliessstellung in die Offenstellung wechselt. Besonders bevorzugt sind das erste Ansteuerventil 7 und das zweite Ansteuerventil 8 jeweils als monostabiles Schaltventil ausgestaltet. D.h., das jeweilige erste oder zweite Ansteuerventil 7 oder 8 hat jeweils nur einen stabilen Zustand, nämlich die Schliessstellung. Der andere Zustand, nämlich die Offenstellung, bleibt nur so lange aufrechterhalten, wie das Ansteuerventil 7 oder 8 mit Strom beaufschlagt wird. Wird das Ansteuerventil 7 oder 8 nicht mehr mit Strom beaufschlagt, kehrt das Ansteuerventil 7 oder 8 automatisch durch die Federbelastung in den stabilen Zustand, nämlich die Schliessstellung, zurück.

[0070] Dazu sind das erste Ansteuerventil 7 und das zweite Ansteuerventil 8 bevorzugt als Schieberventile mit einem Ventilschieber 72 bzw. 82 ausgestaltet. Der jeweilige Ventilschieber 72 bzw. 82 ist durch die Feder 71 bzw. 81 in Richtung der Schliessstellung vorgespannt, d.h. so lange das Ansteuerventil 7 oder 8 nicht mit Strom beaufschlagt wird, hält die jeweilige Feder 71 bzw. 81 das jeweilige Ansteuerventil 7 oder 8 in seiner Schliessstellung. Um das jeweilige Ansteuerventil 7 bzw. 8 aus der Schliessstellung in die Offenstellung zu bewegen, ist jeweils ein Elektromagnet 73 bzw. 83 vorgesehen, welcher bei Beaufschlagung durch Strom den jeweiligen Ventilschieber 72 bzw. 82 anzieht und dadurch das jeweilige Ansteuerventil 7 bzw. 8 aus der Schliessstellung in die Offenstellung schaltet und in der Offenstellung hält bis die Strombeaufschlagung des jeweiligen Ansteuerventils 7 bzw. 8 beendet wird.

[0071] Die zweite Zuführleitung 22 erstreckt sich von der Brennstoffleitung 4 bis zu einem Eingang des ersten Ansteuerventils 7 und dann von einem Ausgang des ersten Ansteuerventils 7 bis zur unteren Kammer 10. Die

dritte Zuführleitung 23 erstreckt sich von der Brennstoffleitung 4 bis zu einem Eingang des zweiten Ansteuerventils 8 und dann von einem Ausgang des zweiten Ansteuerventils 8 bis zur oberen Kammer 9. Die erste Abführleitung 31 erstreckt sich von der oberen Kammer 9 bis zu einem anderen Eingang des ersten Ansteuerventils 7 und dann von einem anderen Ausgang des ersten Ansteuerventils 7 zu dem ersten Auslass 91. Die zweite Abführleitung 32 erstreckt sich von der unteren Kammer 10 zu einem anderen Eingang des zweiten Ansteuerventils 8 und dann von einem anderen Ausgang des zweiten Ansteuerventils 8 bis zum zweiten Auslass 92.

[0072] Ferner ist noch eine Ausgleichsleitung 41 vorgesehen für einen Druckausgleich zwischen der Unterseite des oberen Kolbens 611 und der Oberseite des unteren Kolbens 612. Diese Ausgleichsleitung verbindet zum einen den Raum unterhalb der Unterseite des oberen Kolbens 611 mit dem Raum oberhalb der Oberseite des unteren Kolbens 612. Zum anderen ist die Ausgleichsleitung 41 mit einem dritten Auslass 93 verbunden. Folglich kann sich in dem Raum unterhalb der Unterseite des oberen Kolbens 611 und in dem Raum oberhalb des unteren Kolbens 612 kein Druck aufbauen und es kann sich auch keine Druckdifferenz zwischen den beiden Räumen aufbauen.

[0073] Die Funktionsweise der Brennstofffeinspritzdüse ist wie folgt: Fig. 1 zeigt die Brennstofffeinspritzdüse 1 bzw. den Ventilkörper 6 im geschlossenen Zustand, in welchem keine Einspritzung erfolgt. Das erste und das zweite Ansteuerventil 7 bzw. 8 sind jeweils in ihrer Schliessstellung. Über die erste Zuführleitung 21 ist die obere Kammer 9 mit dem Druck des Brennstoffs in der Brennstoffleitung 4 beaufschlagt. Die erste Abführleitung 31 und die zweite Zuführleitung 22 sind verschlossen, sodass weder Brennstoff aus der oberen Kammer 9 durch die erste Abführleitung 31 abströmen kann, noch Brennstoff durch die zweite Zuführleitung 22 in die untere Kammer 10 einströmen kann.

[0074] In dem Druckraum 5 herrscht im Wesentlichen der gleiche Druck wie in der Brennstoffleitung 4, also beispielsweise der Einspritzdruck. Da in der oberen Kammer 9 auch der gleiche Druck herrscht wie in der Brennstoffleitung 4, überwiegt die Summe aus der Federkraft durch die Feder 12 und der Kraft, welche durch den Druck in der oberen Kammer 9 auf die Oberseite 614 des Ventilkolbens 61 ausgeübt wird, die Summe aus der Kraft, welche durch den Druck im Druckraum 5 auf die Düsenadel 62 bzw. auf die Verjüngung 621 ausgeübt wird, und der Kraft, welche in der unteren Kammer auf die Unterseite 615 des Ventilkolbens 61 ausgeübt wird. Folglich wird die Düsenadel 62 des Ventilkörpers 6 in einen dichtenden Kontakt mit dem Ventilsitz 11 gepresst, sodass kein Brennstoff aus dem Druckraum 5 in den Düsenkopf 3 gelangen kann.

[0075] Um einen Einspritzvorgang in den Brennraum 50 für den Arbeitszyklus des jeweiligen Zylinders zu beginnen, sendet die Motorkontrolleinheit ein Signal, durch welches der Elektromagnet 73 des ersten Ansteuerven-

tils 7 mit Strom beaufschlagt wird. Dadurch wird der Ventilschieber 72 des ersten Ansteuerventils 7 gegen die Kraft der Feder 71 angezogen. Folglich wechselt das erste Ansteuerventil 7 aus seiner Schliessstellung in seine Offenstellung. Das zweite Ansteuerventil 8 wird nicht angesteuert, also nicht mit Strom beaufschlagt und verbleibt in seiner Schliessstellung.

[0076] Dadurch, dass das erste Ansteuerventil 7 in der Offenstellung ist, ist nun sowohl die zweite Zuführleitung 22 geöffnet, sodass der unter Druck stehende Brennstoff aus der Brennstoffleitung 4 durch die zweite Zuführleitung 22 in die untere Kammer 10 strömen kann, als auch die erste Abführleitung 31, sodass gleichzeitig der Brennstoff aus der oberen Kammer 9 durch die erste Abführleitung 31 zum ersten Auslass 91 abströmen kann, wodurch die obere Kammer 9 druckentlastet wird.

[0077] Da nun die untere Kammer 10 mit dem Druck des Brennstoffs aus der Brennstoffleitung 4 beaufschlagt ist und die obere Kammer 9 druckentlastet ist, überwiegt die Summe der Kraft, welche der Brennstoff in der unter Druck stehenden unteren Kammer 10 auf die Unterseite 615 des Ventilkolbens 61 ausübt, und der Kraft welche der Brennstoff in dem Druckraum 5 auf die Düsenadel 62 bzw. auf die Verjüngung 621 ausübt, diejenige Kraft, welche die Feder 12 auf den Ventilkolben 61 ausübt. Folglich wird der Ventilkörper 6 um einen Hub in axialer Richtung A angehoben, sodass auch die Düsenadel 62 aus dem Ventilsitz 11 abgehoben wird. In diesem geöffneten Zustand ist die Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum 5 und dem Düsenkopf 3 geöffnet, sodass der unter Druck stehende Brennstoff aus dem Druckraum 5 in den Düsenkopf 3 strömen kann und durch die Düsenlöcher 30 in den Brennraum 50 des Zylinders eingespritzt wird.

[0078] Da zum Beginnen der Einspritzung gleichzeitig die untere Kammer 10 mit Druck beaufschlagt wird und die obere Kammer 9 druckentlastet wird, resultiert eine besonders kurze Öffnungszeit, das heisst der durch den Hub des Ventilkörpers 6 verursachte Wechsel von dem geschlossenen Zustand in den geöffneten Zustand erfolgt vorteilhafterweise in einer sehr kurzen Zeit.

[0079] Zum Beenden der Einspritzung in den Brennraum 50 wird die Strombeaufschlagung des ersten Ansteuerventils 7 beendet. Da der Elektromagnet 73 des ersten Ansteuerventils 7 nun nicht mehr mit Strom versorgt wird, bewegt die Kraft der Feder 71 des ersten Ansteuerventils 7 den Ventilschieber 72 zurück in seine Ruhposition, wodurch das erste Ansteuerventil 7 aus seiner Offenstellung in seine Schliessstellung wechselt, und dadurch sowohl die zweite Zuführleitung 22 als auch die erste Abführleitung 31 verschliesst.

[0080] Gleichzeitig wird durch ein Signal an das zweite Ansteuerventil 8 der Elektromagnet 83 des zweiten Ansteuerventils 8 mit Strom beaufschlagt, sodass das zweite Ansteuerventil 8 aus seiner Schliessstellung in seine Offenstellung wechselt. In seiner Offenstellung öffnet das zweite Ansteuerventil 8 sowohl die zweite Abführleitung 32, durch welche dann der Brennstoff aus der un-

teren Kammer 10 zum zweiten Auslass 92 abströmen kann, als auch die dritte Zuführleitung 23, sodass zusätzlich durch die dritte Zuführleitung 23 der unter Druck stehende Brennstoff aus der Brennstoffleitung 4 in die obere Kammer 9 einströmen kann.

[0081] Folglich sind durch das erste Ansteuerventil 7 die zweite Zuführleitung 22 und die erste Abführleitung 31 verschlossen, und durch das zweite Ansteuerventil sind die zweite Abführleitung 32 sowie die dritte Zuführleitung 23 geöffnet. Dadurch wird einerseits die Unterseite 615 des Ventilkolbens 61 sehr schnell vom Druck entlastet, weil der Brennstoff aus der unteren Kammer 10 durch die zweite Abführleitung 32 abströmen kann. Andererseits wird die Oberseite 614 des Ventilkolbens 61 sehr schnell mit Druck beaufschlagt, weil der unter Druck stehende Brennstoff sowohl durch die erste Zuführleitung 21 als auch durch die dritte Zuführleitung 23 aus der Brennstoffleitung 4 in die obere Kammer 9 einströmen kann.

[0082] Durch den Druckaufbau in der oberen Kammer 9 und den gleichzeitigen Druckabbau in der unteren Kammer 10 sowie die Wirkung der Feder 12 überwiegen nun wieder die Kräfte, welche die Düsenadel 62 in dichtenden Kontakt mit dem Ventilsitz 11 drücken. Der Ventilkörper 6 wechselt vom geöffneten Zustand in den geschlossenen Zustand und die Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum 5 und dem Düsenkopf 3 ist verschlossen.

[0083] Da zum Beenden der Einspritzung gleichzeitig die untere Kammer 10 druckentlastet wird und die obere Kammer 9 mit Druck beaufschlagt wird, resultiert eine besonders kurze Schliesszeit, das heisst der durch den Ventilkörper 6 verursachte Wechsel von dem geöffneten Zustand in den geschlossenen Zustand erfolgt vor teilhafterweise in einer sehr kurzen Zeit.

[0084] Nachdem die Einspritzung beendet ist, also sobald im geschlossenen Zustand die Düsenadel 62 wieder dichtend mit dem Ventilsitz 11 zusammenwirkt, kann die Strombeaufschlagung des zweiten Ansteuerventils 8 beendet werden, sodass dieses wieder in seinen geschlossenen Zustand zurückkehrt, in welchem das zweite Ansteuerventil 8 sowohl die zweite Abführleitung 32 als auch die dritte Zuführleitung 23 verschliesst. Das zweite Ansteuerventil 8 dient primär dazu, die untere Kammer 10 möglichst schnell vom Druck zu entlasten, um dadurch den Wechsel vom geöffneten Zustand in den geschlossenen Zustand zu beschleunigen, d.h. die Schliesszeit zu verkürzen. Optional, nämlich beim Vorhandensein der dritten Zuführleitung 23 dient das zweite Ansteuerventil 8 zusätzlich dazu, den Druckaufbau in der oberen Kammer 9 zu beschleunigen, wenn der Wechsel vom geöffneten Zustand in den geschlossenen Zustand erfolgt.

[0085] Die Brennstoffeinspritzdüse 1 zeichnet sich somit durch sehr kurze Schaltzeiten aus, das heisst sowohl der Wechsel vom geschlossenen Zustand in den geöffneten Zustand als auch der Wechsel vom geöffneten Zustand in den geschlossenen Zustand erfolgt jeweils sehr

schnell. Dies ermöglicht einen besonders wirtschaftlichen, effizienten, schadstoffarmen und auch verschleissarmen Betrieb des Grossdieselmotors.

[0086] Die Brennstoffdüse 1 eignet sich insbesondere auch für ein Brennstofffeinspritzverfahren, bei welchem die Brennstofffeinspritzdüse 1 mit einem variablen Hub des Ventilkörpers 6 betrieben wird.

[0087] Wie vorangehend beschrieben, kann der Einspritzvorgang für einen Arbeitszyklus des Zylinders durch ein einziges Ansteuern des ersten Ansteuerventils 7 erfolgen. Dazu wird das erste Ansteuerventil 7 mit einem einzigen Signal oder Impuls angesteuert, wobei der Beginn des Signals den Einspritzbeginn festlegt und die Länge des Signals die Einspritzdauer. Beim Beginn des Signals wird der Elektromagnet 73 des ersten Ansteuerventils 7 mit Strom beaufschlagt, beim Ende des Signals endet auch die Strombeaufschlagung des Elektromagneten 73 des ersten Ansteuerventils 7. Dabei kann wie bereits beschrieben, der Wechsel vom geöffneten in den geschlossenen Zustand durch ein Ansteuern des zweiten Ansteuerventils 8 unterstützt bzw. beschleunigt werden.

[0088] Es ist aber auch möglich, während eines Einspritzvorgangs das erste Ansteuerventil 7 mehrfach mit jeweils einem Signal oder Impuls anzusteuern, wobei das individuelle Signal eine Länge hat, die deutlich kürzer ist als die gewünschte Länge der Einspritzung. Ein solches mehrfaches Ansteuern des ersten Ansteuerventils 7 hat zur Folge, dass das erste Ansteuerventil 7 während eines Einspritzvorgangs mehrfach zwischen seiner Schließstellung und seine Offenstellung hin- und herwechselt.

[0089] Durch eine solche mehrfache oder getaktete Ansteuerung ist es möglich, den Ventilkörper 6 während des gesamten Einspritzvorgangs schwimmend oder schwebend in einer Position zu halten, die zwischen dem geschlossenen Zustand (Düsennadel 62 in dichtendem Kontakt mit Ventilsitz 11) und dem maximal möglichen Hub des Ventilkörpers 6 liegt. Das heißt, der Ventilkörper 6 kann während des Einspritzvorgangs in einer Zwischenstellung zwischen dem geschlossenen Zustand und dem maximalen geöffneten Zustand gehalten werden.

[0090] Somit ist es durch das mehrfache Ansteuern des ersten Ansteuerventils 7 möglich, den Hub des Ventilkörpers 6 während des Einspritzvorgangs einzustellen und damit den offenen Strömungsquerschnitt der Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum 5 und dem Düsenkopf 3 entlang des Ventilsitzes 11 zu verändern.

[0091] Es versteht sich, dass dieses schwimmende oder schwimmende Halten des Ventilkörpers 6 in einer Zwischenstellung zwischen dem geschlossenen Zustand und dem maximalen geöffneten Zustand durch ein geeignetes Ansteuern des zweiten Ansteuerventils 8 unterstützt werden kann.

[0092] Dieses Verfahren, den Ventilkörper 6 mit einem variablen Hub zu betreiben, eröffnet viele Möglichkeiten, den Einspritzvorgang möglichst optimal zu gestalten und ihn beispielsweise an die aktuelle Last anzupassen, mit

welcher der Grossdieselmotor betrieben wird, oder an die Eigenschaften des Brennstoffs, um nur zwei Beispiele zu nennen.

[0093] So ist es beispielsweise möglich, den gesamten Einspritzvorgang, mit einem einzigen Hub des Ventilkörpers 6 durchzuführen, wobei dieser Hub einer Zwischenstellung zwischen dem geschlossenen Zustand und dem maximal geöffneten Zustand entspricht.

[0094] Auch ist es möglich, den Hub des Ventilkörpers während eines Einspritzvorgangs zu verändern, d.h. beim Beginn der Einspritzung zunächst einen ersten Hub des Ventilkörpers 6 einzustellen und dann im Verlauf des Einspritzvorgangs zu einem zweiten, von dem ersten verschiedenen Hub des Ventilkörpers 6 zu wechseln.

[0095] Mit dieser Möglichkeit, den Hub des Ventilkörpers durch die Ansteuerung des ersten Ansteuerventils 7 und optional des zweiten Ansteuerventils 8 zu variieren, können fast beliebige Einspritzprofile für den Einspritzvorgang realisiert werden. Mit dem Einspritzprofil ist dabei der zeitliche Verlauf der eingespritzten Brennstoffmenge während des Einspritzvorgangs gemeint.

[0096] So ist es beispielsweise auch möglich, eine Vor einspritzung zu realisieren, oder den Hub des Ventilkörpers 6 während eines Einspritzvorgangs in mehreren Schritten zu erhöhen.

[0097] Um ein gewünschtes Einspritzprofil zu realisieren oder um einen gewünschten Hub des Ventilkörpers 6 einzustellen, ist es möglich, die Länge der individuellen Signale und/oder den zeitlichen Abstand zwischen den individuellen Signalen, mit denen das erste Ansteuerventil 7 während des Einspritzvorgangs angesteuert wird, so einzustellen, dass das gewünschte Einspritzprofil resultiert.

[0098] Um ein besonders gutes und schnelles Wechseln der Brennstofffeinspritzdüse 1 vom geschlossenen Zustand in den geöffneten Zustand und umgekehrt zu erreichen, ist es vorteilhaft, wenn die verschiedenen Zuführ- und Abführleitungen 21, 22, 23, 31, 32, die vorzugsweise jeweils als Bohrungen in dem Düsenkörper 2 ausgestaltet sind, jeweils eine Drosselwirkung haben, wobei die Stärke der Drosselwirkung vorzugsweise über den Durchmesser der jeweiligen Leitung 21, 22, 23, 31, 32 eingestellt wird. Insbesondere die folgenden Massnahmen können im Hinblick auf die Drosselwirkung vorteilhaft sein.

[0099] Die zweite Zuführleitung 22 weist einen Durchmesser auf, der höchstens 50%, vorzugsweise höchstens 25%, des Durchmessers der Brennstoffleitung 4 beträgt. Beispielsweise hat die zweite Zuführleitung 22 einen Durchmesser, der etwa 20% des Durchmessers der Brennstoffleitung 4 entspricht.

[0100] Die erste Zuführleitung 21 weist einen Durchmesser auf, der kleiner ist als der Durchmesser der zweiten Zuführleitung 22. Die erste Zuführleitung 21 kann beispielsweise einen Durchmesser haben, der höchstens 50% des Durchmessers der zweiten Zuführleitung 22 beträgt.

[0101] Die dritte Zuführleitung 23 weist einen Durch-

messer auf, der zumindest ungefähr gleich gross ist wie der Durchmesser der zweiten Zuführleitung 22.

[0102] Die zweite Abführleitung 32 hat in dem Bereich zwischen der unteren Kammer 10 und dem zweiten Ansteuerventil 8 einen Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser der zweiten Zuführleitung 22. Der Durchmesser der zweiten Abführleitung 32 in genanntem Bereich ist beispielsweise etwa 80% des Durchmessers der zweiten Zuführleitung 22.

[0103] Die erste Abführleitung 31 und die zweite Abführleitung 32 sollen in ihrem jeweiligen Bereich stromabwärts des ersten bzw. zweiten Ansteuerventils 7, 8 (also zwischen dem jeweiligen Ansteuerventil 7, 8 und dem ersten Auslass 91 bzw. zweiten Auslass 92) eine möglichst geringe oder keine Drosselwirkung haben. In diesen Bereichen können die erste Abführleitung 31 bzw. die zweite Abführleitung 32 beispielsweise mit mindestens dem gleichen Durchmesser ausgestaltet sein wie die Brennstoffleitung 4.

[0104] Ferner kann es vorteilhaft sein, die untere Kammer 10 über eine Drosselleitung 42 mit der Brennstoffleitung 4 zu verbinden. Dabei sollte die Drosselleitung 42 eine deutlich stärkere Drosselwirkung haben als die zweite Abführleitung 32. Dazu kann die Drosselleitung 42 beispielsweise einen Durchmesser aufweisen, der höchstens 50% des Durchmessers der zweiten Abführleitung 32 im Bereich zwischen der unteren Kammer 10 und dem zweiten Ansteuerventil 8 ist.

Patentansprüche

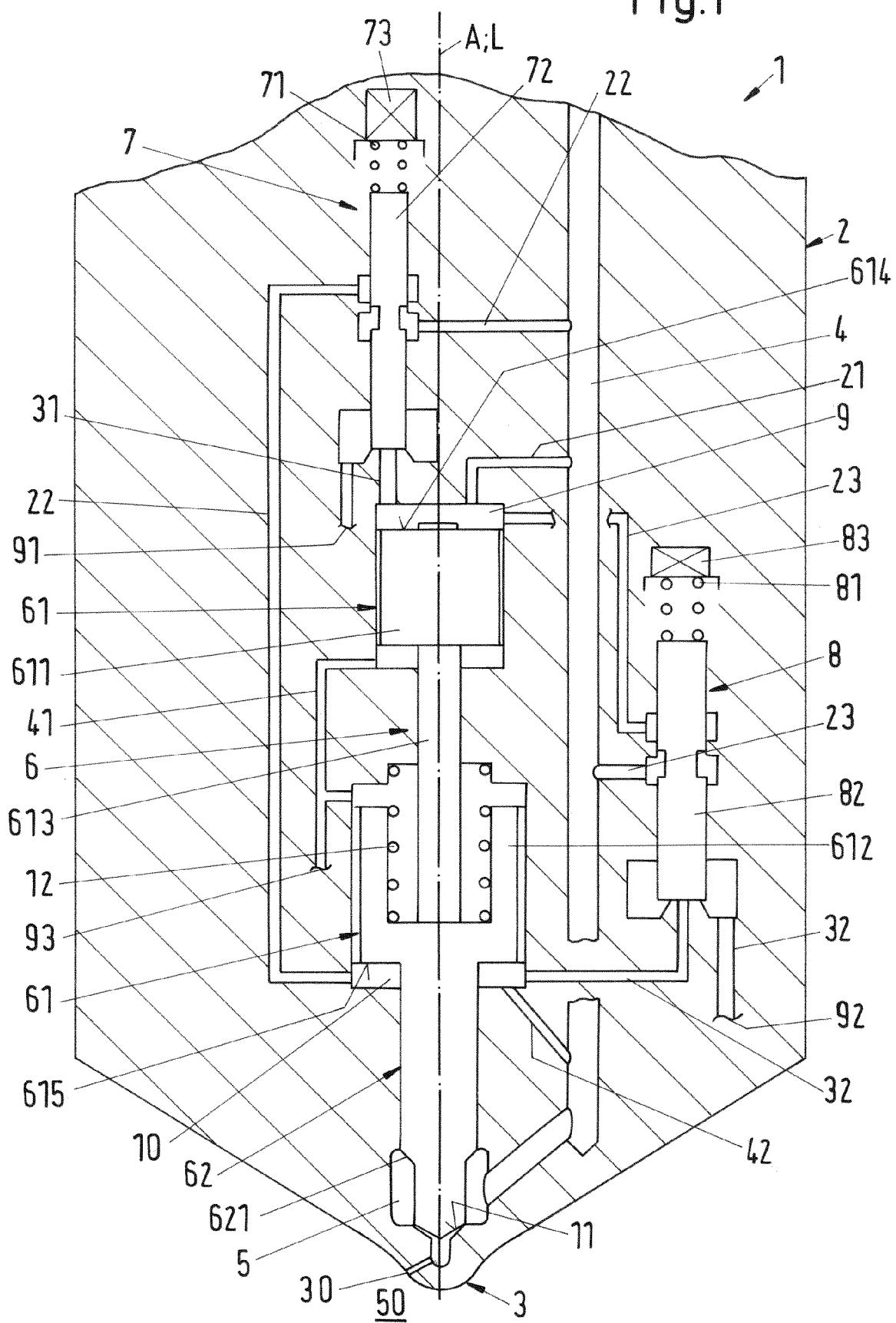
1. Brennstoffeinspritzdüse für einen Grossdieselmotor, mit einem Düsenkopf (3), welcher mindestens ein Düsenloch (30) aufweist, durch welches ein Brennstoff in einen Brennraum (50) einbringbar ist, mit einer Brennstoffleitung (4), durch welche der Brennstoff in einen Druckraum (5) einbringbar ist, mit einem Ventilkörper (6), welcher mit einer Feder (12) belastet ist, und welcher einen Ventilkolben (61) sowie eine mit dem Ventilkolben (61) verbundene Düsenadel (62) umfasst, mit einem Ventilsitz (11), welcher zum Zusammenwirken mit der Düsenadel (62) ausgestaltet ist, derart, dass in einem geöffneten Zustand durch einen Hub des Ventilkörpers (6) eine Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum (5) und dem Düsenkopf (3) geöffnet ist, und dass in einem geschlossenen Zustand die Düsenadel (62) dichtend mit dem Ventilsitz (11) zusammenwirkt, sodass die Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum (5) und dem Düsenkopf (3) geschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass eine obere Kammer (9) vorgesehen ist, welche durch eine Oberseite (614) des Ventilkolbens (61) begrenzt wird, sowie eine untere Kammer (10), welche durch eine Unterseite (615) des Ventilkolbens (6) begrenzt wird, wobei eine erste Zuführleitung (21) vorgesehen ist, welche die obere Kammer (9) mit**

der Brennstoffleitung (4) verbindet, eine erste Abführleitung (31), welche die obere Kammer (9) mit einem ersten Auslass (91) für den Brennstoff verbindet, eine zweite Zuführleitung (22), welche die untere Kammer (10) mit der Brennstoffleitung (4) verbindet, sowie eine zweite Abführleitung (32), welche die untere Kammer (10) mit einem zweiten Auslass (92) verbindet, wobei ferner ein erstes Ansteuerventil (7) vorgesehen ist, welches in einer Schliessstellung sowohl die zweite Zuführleitung (22) als auch die erste Abführleitung (31) verschliesst, und welches in einer Offenstellung sowohl die zweite Zuführleitung (22) als auch die erste Abführleitung (31) öffnet, wobei ein zweites Ansteuerventil (8) vorgesehen ist, welches in einer Schliessstellung die zweite Abführleitung (32) verschliesst, und welches in einer Offenstellung die zweite Abführleitung (32) öffnet, und wobei das erste Ansteuerventil (7) und das zweite Ansteuerventil (8) unabhängig voneinander ansteuerbar sind.

2. Brennstoffeinspritzdüse nach Anspruch 1, wobei das erste Ansteuerventil (7) und das zweite Ansteuerventil (8) jeweils als federbelastetes, elektromagnetisches Ventil ausgestaltet sind, welches bei Strombeaufschlagung gegen die Kraft einer Feder (71; 81) aus der Schliessstellung in die Offenstellung wechselt.
3. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das erste Ansteuerventil (7) und das zweite Ansteuerventil (8) jeweils als Schieberventil mit einem Ventilschieber (72; 82) ausgestaltet sind.
4. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine dritte Zuführleitung (23) vorgesehen ist, welche die obere Kammer (9) mit der Brennstoffleitung (4) verbindet, wobei das zweite Ansteuerventil (8) in der Schliessstellung die dritte Zuführleitung (23) verschliesst, und in der Offenstellung die dritte Zuführleitung (23) öffnet.
5. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher der Ventilkolben (61) einen oberen Kolben (611) und einen unteren Kolben (612) umfasst, die mittels eines Verbindungselements (613) hydraulisch und/oder mechanisch miteinander verbunden sind, wobei der obere Kolben (611) die Oberseite (614) des Ventilkolbens (61) bildet und der untere Kolben (612) die Unterseite (615) des Ventilkolbens (61).
6. Brennstoffeinspritzdüse nach Anspruch 5, bei welcher der untere Kolben (612) als Hohlkolben ausgestaltet ist, und die Feder (12) aufnimmt, welche den Ventilkolben (61) belastet.

7. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der Ansprüche 5-6, wobei eine Ausgleichsleitung (41) zum Druckausgleich zwischen der Unterseite des oberen Kolbens (611) und der Oberseite des unteren Kolbens (612) vorgesehen ist, durch welche Brennstoff abführbar ist. 5
8. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Hub des Ventilkörpers (6) einstellbar ist, sodass der im geöffneten Zustand offene Strömungsquerschnitt der Strömungsverbindung zwischen dem Druckraum (5) und dem Düsenkopf (3) veränderbar ist. 10
9. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die zweite Zuführleitung (22) einen Durchmesser aufweist, der höchstens 50%, vorzugsweise höchstens 25% des Durchmessers der Brennstoffleitung (4) beträgt. 15
10. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die erste Zuführleitung (21) einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser der zweiten Zuführleitung (22). 20
11. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der Ansprüche 4-10, wobei die dritte Zuführleitung (23) einen Durchmesser aufweist, der im Wesentlichen gleich dem Durchmesser der zweiten Zuführleitung (22) ist. 25
12. Brennstoffeinspritzdüse nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die zweite Abführleitung (32) zwischen der unteren Kammer (10) und dem zweiten Ansteuerventil (8) einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als der Durchmesser der zweiten Zuführleitung (22). 30
13. Brennstoffeinspritzverfahren für einen Grossdieselmotor, **gekennzeichnet durch** die Schritte:
 - Bereitstellen einer Brennstoffeinspritzdüse (1), die gemäss einem der vorangehenden Ansprüche ausgestaltet ist,
 - Beginnen eines Einspritzvorgangs durch ein Ansteuern des ersten Ansteuerventils (7);
 - mehrfaches Ansteuern des ersten Ansteuerventils (7) und optional des zweiten Ansteuerventils (8) während des Einspritzvorgangs. 40
 45
14. Brennstoffeinspritzverfahren nach Anspruch 13, wobei der Ventilkörper (6) während des Einspritzvorgangs zumindest zeitweise in einer Zwischenstellung zwischen dem geschlossenen Zustand und einem maximalen geöffneten Zustand gehalten wird. 50
15. Grossdieselmotor, insbesondere längsgespülter Zweitakt-Grossdieselmotor, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grossdieselmotor eine Brennstoffeinspritzdüse (1) umfasst, welche gemäss einer der Ansprüche 1-12 ausgestaltet ist, oder mit einem Brennstoffeinspritzverfahren gemäss einem der Ansprüche 13-14 betrieben wird. 55

Fig.1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 20 0303

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	A WO 93/23667 A1 (PAUL MARIUS A [US]; PAUL ANA [US]) 25. November 1993 (1993-11-25) * Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 * * Ansprüche 1,2,4,5,6 * * Seite 13, Zeile 6 - Seite 14, Zeile 1 * * Seite 10, Zeile 22 - Seite 11, Zeile 6 * * Seite 12, Zeile 4 - Zeile 33 * * Seite 11, Zeile 23 - Seite 12, Zeile 3 * * Seite 12, Zeile 34 - Seite 13, Zeile 5 *	1-15	INV. F02M45/08 F02D41/40 F02M47/02
15	A EP 0 900 932 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. März 1999 (1999-03-10) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * * Ansprüche 1,2,3 * * Absatz [0018] - Absatz [0019] *	1-15	ADD. F02M63/00
20	A EP 1 795 738 A1 (FIAT RICERCHE [IT]) 13. Juni 2007 (2007-06-13) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,6 * * Absatz [0029] * * Absatz [0023] * * Absatz [0036] - Absatz [0037] *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
25	A US 2008/202471 A1 (YUDANOV SERGI [SE]) 28. August 2008 (2008-08-28) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * * Absatz [0028] *	1-15	F02M F02D
30	A EP 1 036 931 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 20. September 2000 (2000-09-20) * Zusammenfassung; Abbildung 7 * * Absatz [0029] - Absatz [0030] * * Absatz [0032] * * Absatz [0038] * * Absatz [0035] * * Absatz [0034] *	1-15	
35	A	-/-	
40			
45	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
1	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 1. April 2019	Prüfer Barunovic, Robert
50	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 Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
55	EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)	Seite 1 von 2	



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 20 0303

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE												
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)									
10	A DE 44 25 339 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH) 17. August 1995 (1995-08-17) * Zusammenfassung; Abbildung 16 *	1-15 -----										
15												
20												
25												
30												
35												
40												
45												
50	<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1"> <tr> <td>Recherchenort Den Haag</td> <td>Abschlußdatum der Recherche 1. April 2019</td> <td>Prüfer Barunovic, Robert</td> </tr> <tr> <td colspan="2">KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</td> <td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> 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 </td> <td></td> </tr> </table>			Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 1. April 2019	Prüfer Barunovic, Robert	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	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		
Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 1. April 2019	Prüfer Barunovic, Robert										
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument										
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												
55												

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 20 0303

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

01-04-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 9323667 A1	25-11-1993	US WO	5299919 A 9323667 A1	05-04-1994 25-11-1993
20	EP 0900932 A1	10-03-1999	DE EP JP US	19738397 A1 0900932 A1 H11148436 A 5979410 A	18-03-1999 10-03-1999 02-06-1999 09-11-1999
25	EP 1795738 A1	13-06-2007	CN DE EP JP KR KR US	1982685 A 202005021916 U1 1795738 A1 4444234 B2 2007162674 A 20070062417 A 20090089281 A 2007131789 A1	20-06-2007 12-05-2011 13-06-2007 31-03-2010 28-06-2007 15-06-2007 21-08-2009 14-06-2007
30	US 2008202471 A1	28-08-2008	BR CN EP ES JP JP US WO	P10520645 A2 101297108 A 1941154 A1 2421299 T3 4703727 B2 2009512811 A 2008202471 A1 2007046733 A1	19-05-2009 29-10-2008 09-07-2008 30-08-2013 15-06-2011 26-03-2009 28-08-2008 26-04-2007
35	EP 1036931 A2	20-09-2000	AT DE EP US	362047 T 60034722 T2 1036931 A2 2002148905 A1	15-06-2007 31-01-2008 20-09-2000 17-10-2002
40	DE 4425339 A1	17-08-1995	KEINE		
45					
50					
55					