

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
06. August 2020 (06.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/156915 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01L 5/02 (2006.01) *F01L 5/14* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/051598

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Januar 2020 (23.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 201 123.3 29. Januar 2019 (29.01.2019) DE
10 2019 202 318.5 20. Februar 2019 (20.02.2019) DE

(71) Anmelder: **ERWIN JUNKER GRINDING TECHNOLOGY A.S.** [CZ/CZ]; Ripská 863, 276 01 Melník (CZ).

(72) Erfinder: **JUNKER, Erwin**; Kappelwindeckstr. 95d, 77815 Bühl/Baden (DE).

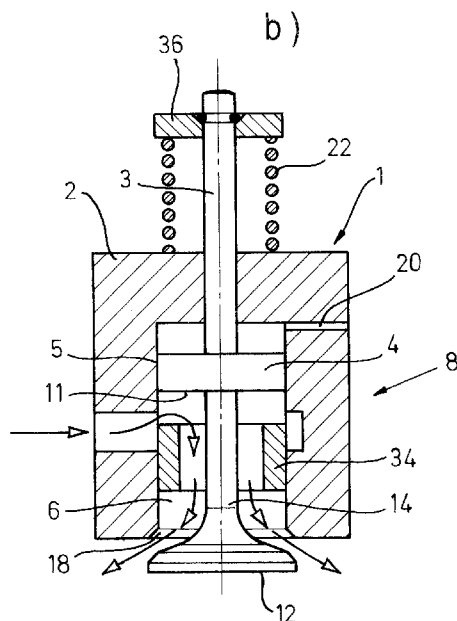
(74) Anwalt: **LESKE, Thomas**; Frohwitter Patent- und Rechtsanwälte, Possartstrasse 20, 81679 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: METHOD FOR INTRODUCING HIGHLY PRECOMPRESSED COMBUSTION AIR INTO A COMBUSTION CHAMBER OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, HIGH-PRESSURE INLET VALVE THEREFOR AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING SUCH A HIGH-PRESSURE INLET VALVE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM EINBRINGEN HOCHVORVERDICHTETER VERBRENNUNGSLUFT IN EINEN BRENNRAUM EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE, HOCHDRUCKEINLASSVENTIL HIERFÜR UND VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE MIT EINEM DERARTIGEN HOCHDRUCKEINLASSVENTIL

Fig. 17



(57) Abstract: A method for introducing combustion air into a cylinder (25) of an internal combustion engine, a high-pressure inlet valve (1) provided therefor and an internal combustion engine that operates using the method and the high-pressure inlet valve are described. All the combustion air for the respective cylinders (25) is introduced into the cylinder (25) of the internal combustion engine, by means of a high-pressure inlet valve (1) arranged in the relevant cylinder head (26) and on the basis of a controlled mass flow, such that mixture formation and charge exchange are intensified. In addition, the temperature and/or pressure of the combustion air is measured and the quantity of combustion air is introduced into the cylinder (25), in a controlled manner and on the basis of the measurement results, by means of the high-pressure inlet valve (1) by opening or closing a sliding piston (3) of the high-pressure inlet valve (1) by displacement. As a result of an axial displacement of the sliding piston (3) between guide sections (5) in the housing (2) of the high-pressure inlet valve (1), passage areas (6) for combustion air are blocked in a closed position (7) and opened in an open position (8). In the passage area (6), the sliding piston (3) has two pressurization areas (10, 11) facing each other, the surfaces of which are of equal size or differ from each other when projected in one plane. The first pressurization area (10) can be designed as a poppet valve (12) and the second pressurization area (11) can be designed as an annular surface (13). The internal combustion engine has a high-pressure line (27) for the combustion air, which line is connected to the high-pressure inlet valve (1). With respect to the



WO 2020/156915 A2

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

longitudinal axis of the cylinder (25), the high-pressure inlet valve (1) is arranged in the cylinder head (26) in an upright or horizontal position.

(57) **Zusammenfassung:** Es werden ein Verfahren zum Einbringen von Verbrennungsluft in einen Zylinder (25) einer Verbrennungskraftmaschine, ein dafür vorgesehenes Hochdruckeinlassventil (1) und eine mit dem Verfahren und dem Hochdruckeinlassventil arbeitende Verbrennungskraftmaschine beschrieben. Dabei wird die komplette Verbrennungsluft für die jeweiligen Zylinder (25) mittels eines in dem jeweiligen Zylinderkopf (26) angeordneten Hochdruckeinlassventil (1) auf Basis eines gesteuerten Massenstromes so in den Zylinder (25) der Verbrennungskraftmaschine eingeführt, dass Gemischbildung und Ladungswechsel intensiviert werden. Zusätzlich werden Temperatur und/oder Druck der Verbrennungsluft gemessen und die Menge an Verbrennungsluft auf Basis der Messergebnisse mit dem Hochdruckeinlassventil (1) gesteuert in den Zylinder (25) eingeführt, indem ein Schiebekolben (3) des Hochdruckeinlassventils (1) durch Verschieben geöffnet oder geschlossen wird. Durch eine axiale Verschiebung des Schiebekolbens (3) zwischen Führungsabschnitten (5) im Gehäuse (2) des Hochdruckeinlassventils (1) werden Durchtrittsbereiche für Verbrennungsluft in einer Schließposition (7) gesperrt und in einer Durchlassposition (8) geöffnet. Der Schiebekolben (3) weist im Durchtrittsbereich (6) zwei aufeinanderzugewandte Druckbeaufschlagungsbereiche (10, 11) auf, deren in eine Ebene projizierte Flächen gleich groß oder voneinander abweichend sind. Der erste Druckbeaufschlagungsbereich (10) kann in der Art eines Tellerventils (12) und der zweite Druckbeaufschlagungsbereich (11) als Ringfläche (13) ausgebildet sein. Die Verbrennungskraftmaschine weist eine Hochdruckleitung (27) für die Verbrennungsluft auf, welche an das Hochdruckeinlassventil (1) angeschlossen ist. Bezogen auf die Längsachse des Zylinders (25) ist das Hochdruckeinlassventil (1) im Zylinderkopf 26 stehend oder liegend angeordnet.

5 **VERFAHREN ZUM EINBRINGEN HOCHVORVERDICHTETER VERBRENNUNGSLUFT IN
EINEN BRENNRAUM EINER VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE, HOCHDRUCKEIN-
LASSVENTIL HIERFÜR UND VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE MIT EINEM DERARTI-
GEN HOCHDRUCKEINLASSVENTIL**

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einbringen hochvorverdichteter Verbrennungsluft in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, ein Hochdruckeinlassventil hierfür sowie eine Verbrennungskraftmaschine mit einem derartigen Hochdruckeinlassventil.

In der Motorentechnik ist es bekannt, dass ein höherer Ladeluftdruck bzw. Druck der in den Zy-
15 linder einzubringenden für die Verbrennung vorgesehenen Verbrennungsluft das Verbrennungs-
luftverhältnis nicht nur erhöht, sondern auch die Prozesstemperaturen im Zylinder, bei denen die
Verbrennung abläuft, anhebt. Der Grund dafür liegt u. a. darin, dass mit einem höheren Lade-
luftdruck das Sauerstoffangebot im Zylinder für die Verbrennung erhöht werden kann, so dass
neben einer besseren Gemischbildung eben vor allem wegen des höheren Sauerstoffangebotes
20 eine bessere und damit vollständigere Verbrennung des eingesetzten Kraftstoffes realisiert wer-
den kann. Dadurch kann der Wirkungsgrad der Verbrennungskraftmaschinen erhöht werden.

Um das zu erreichen, wird seit mehreren Jahrzehnten die Mehrheit der Verbrennungskraftma-
schinen aufgeladen. Es sind vielfältige Aufladeprinzipien bekannt geworden, wozu mechanische
25 Lader zählen, die vor allen Dingen im Teillastbereich eine Bedeutung erlangt haben, wie auch
Abgasturbolader, welche die Energie des den Zylinder verlassenden Abgases verwerten, um
mittels einer mit den Abgasen aus dem Zylinder betriebenen Abgasturbine einen Verdichter an-
zutreiben, der die Verbrennungsluft mit erhöhtem Druck in die Ladeluftleitung des Motors drückt.
Mit modernen, durchaus auch schon zweistufig arbeitenden Abgasturboladern werden Ladedrü-
30 cke von ca. 0,3 – 0,4 MPa erreicht. Dadurch wird gegenüber Saugmaschinen schon ein erhebli-
cher Wirkungsgradanstieg realisiert. Dem weiteren Anheben des Ladeluftdruckes durch Nut-
zung der Abgasenergie steht entgegen, dass eine immer bessere Verbrennung und eine immer
bessere Nutzung der Expansionsenergie zu tieferen Abgastemperaturen und damit weniger
verfügbarer Energie für beispielsweise eine Abgasturbine führt. Bei den erreichbaren Ladeluft-
35 drücken, wie zuvor geschildert, müssen die Einlassventile und Auslassventile relativ lange ge-
öffnet bleiben, so dass auch noch eine Ventilüberlappung zwischen Einlassventil offen und Aus-
lassventil offen vorhanden sein muss, um zum einen auf der Einlassseite einen Nachladeeffekt

der strömenden Frischluft zu bekommen, um auch andererseits ein – im Sinne einer Verdrängungsströmung – Hinausdrängen der Abgase über das Auslassventil in die Auslassleitung zu realisieren. Prinzipiell muss dann aber ein relativ rasches Schließen der jeweiligen Ventile realisiert werden. Dazu ist es erforderlich, dass relativ kräftige Federn vorgesehen werden und die
5 im Allgemeinen als Tellerventile ausgebildeten Ventile rasch in die Schließstellung, d. h. in den Ventilsitz, hineingebracht werden.

Gegenüber den geschilderten Ausgangssituationen besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren zur Zuführung von Verbrennungsluft in den Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine, ein hierfür geeignetes Ventil und eine Verbrennungskraftmaschine mit einem derartigen Ventil bereitzustellen, mittels welchem höhere Drücke der Verbrennungsluft als bei bisherig verwendeten Ventilen in den Brennraum einbringbar sind und welches ein sehr gutes dynamisches Verhalten und reproduzierbare Schließ- und Öffnungsvorgänge realisiert und welches aufgrund der deutlich höheren Drücke der eingelassenen Verbrennungsluft dennoch
15 sehr gut steuerbar ist, damit die Ladungswechsel- und Verbrennungsprozesse im jeweiligen Zylinder besser steuerbar und besser beeinflussbar sind, als dies bei Motoren mit herkömmlichen Einlasssystemen möglich ist.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie durch
20 ein Hochdruckeinlassventil gemäß Anspruch 11 durch geringfügig demgegenüber modifizierte Hochdruckeinlassventile mit den Merkmalen gemäß Anspruch 12 und Anspruch 13 realisiert. Zweckmäßige Weiterbildungen sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen definiert. Des Weiteren wird diese Aufgabe durch eine Verbrennungskraftmaschine mit derartigen Hochdruckeinlassventilen mit den Merkmalen gemäß Anspruch 29 gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen
25 sind in den dazu abhängigen Ansprüchen definiert.

Gemäß der Erfindung wird die komplette Verbrennungsluft für die jeweiligen Zylinder mittels eines im Zylinderkopf oder in dessen Bereich angeordneten Hochdruckeinlassventils in den Zylinder eingebracht. Das Einbringen der kompletten unter hohem Druck stehenden Verbrennungsluft in den Zylinder erfolgt dabei durch Steuern zumindest des Massenstroms der Verbrennungsluft, und zwar derartig, dass die Verbrennungsluft im Zylinder Gemischbildung und Ladungswechsel intensiviert. Unter „intensiviert“ soll hier im Rahmen der Erfindung eine Verbesserung der Gemischbildung und des Ladungswechsels gegenüber den herkömmlichen Verbrennungskraftmaschinen verstanden werden, bei welchen wie bei den mittels Abgasturboaufladung oder mechanischer Aufladung erzielbaren Ladedrücken die Verbrennungsluft unter beispielsweise einem derartigen Winkel in den Zylinder eingebracht wird, dass ein zusätzlicher Drall der Strömung der Verbrennungsluft im Zylinder entsteht, was seinerseits Gemischbildung

und Ladungswechsel verbessern bzw. intensivieren. Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht nun darin, dass für das Einbringen der für die Verbrennung im Zylinder der Verbrennungskraftmaschine erforderlichen kompletten Verbrennungsluft nur ein einziges System vorhanden sein muss, bei welchem eben über dieses Hochdruckeinlassventil, und nur über ein solches, die Verbrennungsluft in die entsprechenden Zylinder eingebracht wird. Es handelt sich dabei also nicht um ein Hochdruckeinlassventil, welches die zusätzliche Zufuhr von Verbrennungsluft in den Zylinder realisiert, wie es im Stand der Technik bereits bekannt ist, sondern die gesamte Verbrennungsluft wird komplett lediglich über das Hochdruckeinlassventil in den Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine eingespeist.

Gemäß der Erfindung wird neben dem Massenstrom mit dem Hochdruckeinlassventil zusätzlich die Temperatur oder der Druck der Verbrennungsluft gemessen und auf Basis der Messergebnisse eine derartige Menge an Verbrennungsluft in den Zylinder der Verbrennungskraftmaschine eingebracht, dass eine lastabhängige optimierte Gemischbildung und Verbrennung und damit ein hoher Wirkungsgrad der Verbrennungskraftmaschine erreicht werden.

Gemäß der Erfindung ist das Hochdruckventil mit einem Schiebekolben ausgebildet, so dass durch Verschieben des Schiebekolbens das Ventil entsprechend den Steuererfordernissen geöffnet oder geschlossen wird. Im geöffneten Zustand wird die Verbrennungsluft durch das Hochdruckeinlassventil in den Zylinder eingeführt, während im geschlossenen Zustand die Zufuhr von Verbrennungsluft zum Zylinder unterbrochen ist, also die Verbrennungsluft an dem Hochdruckeinlassventil mit dem hohen Druck anliegt.

Vorzugsweise wird die Verbrennungsluft dem Zylinder zugeführt, während ein Kolben während seiner Bewegung vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt seinen Kompressionshub durchführt. Vorzugsweise erfolgt das Einführen der Verbrennungsluft in den Zylinder im Bereich des ersten Drittels der Bewegung des Kolbens vom unteren Totpunkt in Richtung auf den oberen Totpunkt oder nach diesem Drittel, vorzugsweise im Bereich der Mitte zwischen unterem und oberem Totpunkt. Es ist des Weiteren bevorzugt, dass die Verbrennungsluft erst im oberen Drittel der Bewegung des Kolbens vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt oder in unmittelbarer Nähe zum oberen Totpunkt, d. h. kurz vor der Zündung des Kraftstoffes im Zylinder, zugeführt wird.

Für eine Optimierung des Betriebs der Verbrennungskraftmaschine ist es weiter bevorzugt, dass die komplette Zufuhr der Verbrennungsluft zum Zylinder in mehreren Etappen und zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Bewegens des Kolbens vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt zugeführt wird. Es versteht sich, dass je mehr Verbrennungsluft in Richtung auf den o-

ren Totpunkt erst in den Zylinder eingeführt wird, desto geringer wird die Kompressionsarbeit des Kolbens sein, da die eigentliche Kompression aufgrund der Bereitstellung der Verbrennungsluft bei hohen Drücken nicht in dem Maße eines üblichen Motors erforderlich ist. Das Einführen der Verbrennungsluft in den Zylinder zu unterschiedlichen Zeitpunkten und mit jeweils für
5 die einzelnen Einführstellen variierender Menge erfolgt vorzugsweise last- und/oder betriebsbedingt auch unter Gesichtspunkten der Verbesserung der Abgasemission und beispielsweise des Wirkungsgrades der Verbrennungskraftmaschine.

Vorzugsweise ist die Anordnung des Hochdruckeinlassventils mittels seiner auf den Zylinder gerichteten Öffnung so gestaltet, dass der gesteuerte Massenstrom der Verbrennungsluft unter
10 einem solchen Winkel in den Brennraum eingelassen wird, dass Strömungskomponenten im Innern des Zylinders entstehen, welche die Gemischbildung und den Ladungswechsel intensivieren. Das Einbringen der kompletten Verbrennungsluft erfolgt dabei auch unter dem Gesichtspunkt, dass sowohl Gemischbildung als auch Ladungswechsel in Kombination und Wechselwirkung
15 zueinander positiv im Sinne einer Wirkungsgradverbesserung beeinflusst werden.

Das einzig vorhandene System mit einem Hochdruckeinlassventil am Zylinderkopf oder im Bereich des Zylinderkopfes macht das übliche komplette Einlassleitungssystem als Hauptsystem, über welches die Verbrennungsluft dem Zylinder zugeführt wird, entbehrlich. Der Erfindung liegt
20 der wesentliche Gedanke zugrunde, dass die im Stand der Technik beschriebenen Systeme und Verfahren zum Einbringen von zusätzlicher Verbrennungsluft zum einzigen System zum Einbringen von Verbrennungsluft gemacht werden, so dass der apparative Aufwand für die Realisierung des Verfahrens nicht nur geringer wird, sondern auch ein Steuern der für die jeweiligen Lastzustände erforderlichen Mengen an Verbrennungsluft einfacher realisiert werden können,
25 da mit nur einem einzigen System zum Einbringen der Verbrennungsluft gearbeitet werden muss.

Vorzugsweise liegt der Druck, welcher am Hochdruckeinlassventil anliegt, im Bereich von 50 bis 150 bar, insbesondere im Bereich von 20 bis 100 bar und noch weiter vorzugsweise im Bereich
30 von 100 bis 120 bar. Wenn die Verbrennungsluft mit einem derartigen hohen Druck in den Zylinder eingeführt wird, können die entsprechenden Steuerzeiten mit dem Hochdruckeinlassventil zuverlässig realisiert werden.

Für das erfindungsgemäße Verfahren ist das Hochdruckeinlassventil nun so gesteuert, dass am
35 Ende des Bereichs, währenddessen das Hochdruckeinlassventil geöffnet ist und Verbrennungsluft unter hohem Druck in den Zylinder einlässt, der Schließvorgang noch geringfügig verzögert wird, so dass Verbrennungsluft in den Zylinder im Sinne eines Nachladens noch zusätzlich ein-

geführt wird. Dieser Nachladeeffekt ist prinzipiell bei Saugmaschinen üblich, aber auch bei abgasturboaufgeladenen Maschinen, um die kinetische Energie der einströmenden Verbrennungsluft noch zu nutzen. Unter verzögerter Einführung in den Zylinder im Sinne eines Nachladeeffektes soll dabei lediglich verstanden werden, dass das Hochdruckeinlassventil zwar länger geöffnet verbleibt und noch weitere Luft unter einem relativ hohen Druck dem Zylinder zugeführt wird, dass aber der Querschnitt für den Durchtritt der Luft zwischen Steuerkante und Druckluftzufuhr zum Zylinder relativ klein ist, so dass diese im Sinne eines Nachladeeffektes noch unter Nutzung der kinetischen Energie in den Zylinder eingebrachte Verbrennungsluft beim Durchtritt durch den dann vorhandenen kleinen Querschnitt eine Drosselung erfährt. Unter Drosselung wird im theoretischen thermodynamischen Sinne ein Vorgang mit konstanter Enthalpie verstanden.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel wird der Verbrennungsluft vor ihrem Einführen in den Zylinder Brennstoff zugegeben und zusammen mit der Verbrennungsluft in den Zylinder eingeführt wird. Das Zugeben des Brennstoffes kann unmittelbar vor dem Hochdruckeinlassventil oder im Hochdruckeinlassventil geschehen, jedenfalls bevor die Verbrennungsluft in den Zylinder eingebracht wird. Dabei ist es möglich, dass der der Verbrennungsluft zugegebene Brennstoff als zusätzlicher Brennstoff neben der normalen Einführung in den Zylinder beispielsweise über eine Einspritzdüse zugeführt wird.

Vorzugsweise ist der Brennstoff Verbrennungsgas und/oder flüssiger Brennstoff, d. h. gasförmig oder flüssig oder ein Gemisch aus beidem.

Vorzugsweise wird die Verbrennungsluft aus einem Druckbehälter dem Hochdruckeinlassventil und damit über das Hochdruckeinlassventil dem Zylinder zugeführt. Dieser Druckbehälter mit der Verbrennungsluft ersetzt alle ansonsten üblichen Aufladesysteme der Verbrennungskraftmaschine.

Erfindungsgemäß ist das Hochdruckeinlassventil so ausgebildet, dass hochvorverdichtete Verbrennungsluft in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine einbringbar ist, d. h. das Hochdruckeinlassventil ist an einer derartigen Verbrennungskraftmaschine angebracht und versorgt deren Brennraum mit der Menge an Verbrennungsluft und damit Sauerstoff, welche für eine effektive Verbrennung und einen hohen Wirkungsgrad der Verbrennungskraftmaschine nötig ist. Das Hochdruckeinlassventil weist einen Schiebekolben mit zylindrischen Kolbenabschnitten auf, welcher in einem Gehäuse geführt ist. Die Passungsmaße zwischen Gehäuse und Kolben sind relativ eng gewählt, so dass eine zuverlässige Abdichtung erreicht werden kann. Die axiale Länge der zylindrischen Kolbenabschnitte ist auf axial sich erstreckende, zur

äußeren Form der zylindrischen Kolbenabschnitte formkongruente Führungsabschnitte im Gehäuse derart abgestimmt, dass bei einer axialen Verschiebung des Schiebekolbens Durchtrittsbereiche der Verbrennungsluft, welche zwischen den Führungsabschnitten im Gehäuse angeordnet sind, in einer Schließposition gesperrt sind und keine Verbrennungsluft in dieser Schließposition in den Brennraum eingelassen wird bzw. gelangen kann. Der Durchtrittsbereich innerhalb des Gehäuses ist dabei so angeordnet und von den Führungsabschnitten begrenzt bzw. eingeschlossen, dass die axiale Längserstreckung des zylindrischen Kolbenabschnittes bzw. der zylindrischen Kolbenabschnittes den Durchtrittsbereich in der Schließposition zuverlässig abdichten kann.

Bei entsprechender weiterer axialer Verschiebung des Schiebekolbens in eine Durchlassposition wird Verbrennungsluft durch einen Verbrennungslufteinlass durch den Durchtrittsbereich bzw. die Durchtrittsbereiche in den Brennraum eingelassen. Damit ist gewährleistet, dass die Verbrennungsluft zuverlässig mit dem entsprechenden Druck im Durchtrittsbereich in den Brennraum eingelassen wird. Der Schiebekolben weist im Durchtrittsbereich zwei aufeinanderzugewandte, als erster und als zweiter Druckbeaufschlagungsbereich ausgebildete Bereiche auf, deren in eine Ebene projizierte Flächen gleich groß sind. Die beiden Druckbeaufschlagungsbereiche schließen also zwischen sich den Durchtrittsbereich für die Verbrennungsluft ein, so dass dann der volle Querschnitt des Durchtrittsbereiches freigegeben ist.

Wesentlich für die Erfindung ist, dass der erste wie auch der zweite Druckbeaufschlagungsbereich, bezogen auf in eine Ebene senkrecht zur Längserstreckung der Bewegung der Schiebekolben im Gehäuse projizierte Flächen, gleich groß sind. Der Vorteil dieses Flächengleichgewichts besteht nun darin, dass trotz des hohen Druckes, mit dem die vorverdichtete Verbrennungsluft in dem Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingebracht werden soll, ein Verschieben des Schiebekolbens und damit ein Steuern der Zufuhr von Verbrennungsluft zum Brennraum der Verbrennungskraftmaschine leicht erfolgen kann, da der Schiebekolben nicht gegen den Arbeitsdruck, mit welchem die vorverdichtete Verbrennungsluft dem Hochdruckeinlassventil und damit dem Brennraum der Verbrennungskraftmaschine zugeführt wird, arbeiten muss, sondern vielmehr lediglich die Reibkraft bzw. die Federkraft, gegen welche beispielsweise ein Antriebsnocken arbeiten muss, überwinden muss.

Die bei herkömmlichen Aufladesystemen erreichbaren Ladedrücke von 0,3 bis 0,4 MPa sollen mit dem erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventil, mit welchem eine Verbrennungskraftmaschine ausgestattet ist, durch vorverdichtete Verbrennungsluft mit Drücken im Bereich von 50 bis 150, insbesondere 20 bis 100 und weiter insbesondere 100 bis 120, in Ausnahmefällen sogar bis 200 bar ersetzt werden. Aufgrund der Kantensteuerung, mit denen das Hochdruckeinlass-

ventil arbeitet, und aufgrund der formkongruenten exakten Führung der zylindrischen Kolbenabschnitte im Gehäuse ist nicht nur eine gute Abdichtung im Ventil gegen die hohen Drücke, mit der die Verbrennungsluft am Ventil anliegt und in den Zylinder bzw. Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingebracht werden kann, sondern auch eine sehr exakte Steuerung der Einlassquerschnitte und damit der Menge an in einen Brennraum eingebrachter Verbrennungsluft zuverlässig möglich.

Insgesamt ist für eine zuverlässige Steuerung der Menge an frischer Verbrennungsluft, welche in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine einzubringen ist, eine sehr präzise funktionierende Dynamik eines derartigen Hochdruckeinlassventils erforderlich. Wenn beispielsweise ein Druck, bezogen auf das Druckniveau, welches durch die Erfindung anvisiert wird, von 50 bar auf das Tellerventil angenommen wird, welches beispielsweise einen Durchmesser von 32 mm hat, so entstünde eine einseitige Druckkraft von beispielsweise 3,5 kN auf das Tellerventil der Verbrennungskraftmaschine. Diese am Einlassventil vorhandene Verbrennungsluftzuführung führt dazu, dass beim Öffnen des Hochdruckeinlassventils weniger Energie aufgebracht werden müsste. Beim Schließen des Ventils würde diese Kraftkomponente, die durch die Druckfeder aufgebracht wird, somit entgegenwirken, so dass selbst bei einer gleichen Schließkraft durch diese Druckfeder die Kraft ca. 3,5 kN zu niedrig wäre. Dies würde dazu führen, dass die Federkraft entsprechend erhöht werden müsste. Wird die Federkraft nicht entsprechend erhöht, so hätte das zur Folge, dass sich die Schließzeiten in erheblichem Maße verlängern würden oder dass das Ventil in der erforderlichen kurzen Zeiteinheit nicht mehr zuverlässig geschlossen werden könnte. Dies ist der Fall, weil das Tellerventil auch eine projizierte Fläche aufweist, die genauso groß wie die Fläche des zweiten Druckaufschlagsbereiches ist.

Bei den Drehzahlen heutiger Verbrennungskraftmaschinen sind die Ladungswechselzeiten extrem kurz, was die absolute Zeitdauer anbelangt, was jedoch ein in höchstem Maße rasches Ablaufen der Ventilöffnungsphase erfordert. Wird, wie oben angedeutet, die Federkraft erhöht, so bedeutet das wiederum, dass die resultierenden Kräfte auf das gesamte System wesentlich höher werden. Dies wiederum würde dazu führen, dass der komplette Ventiltrieb stabiler und deutlich materialintensiver ausgeführt werden müsste. Dies hätte zur Folge, dass diese massive Bauweise, um die oben geschilderten Parameter einhalten zu können, nicht unbedingt der geforderten raschen und zuverlässigen Dynamik des Systems Rechnung trägt, von erhöhten Kosten ganz abgesehen. Es muss beachtet werden, dass beispielsweise bei einem Viertaktmotor, welcher mit einer Drehzahl von beispielsweise 4000 Umdrehungen pro Minute läuft, ein derartiges Ventil ca. 2000 mal pro Minute geöffnet und geschlossen werden muss.

Da gemäß der Erfindung ein druckausgeglichenes Hochdruckeinlassventil bereitgestellt wird, besteht für die Zufuhr der Verbrennungsluft, was die Steuerung des Einlassventils anbelangt, keine Abhängigkeit mehr vom Zufuhrdruck. Ein entsprechender Druckausgleich wird durch Gestaltung der Druckbeaufschlagungsbereiche derart erreicht, dass deren Größe, d. h. des ersten und des zweiten Druckbeaufschlagungsbereiches, etwa gleich groß sind. Geringfügige Abweichungen von gleich groß ausgebildeten Druckbeaufschlagungsbereichen sind jedoch möglich. Eine Abweichung von gleich großen Druckbeaufschlagungsbereichen kann erforderlich sein, um gewisse dynamische Steuerungen der Verbrennungskraftmaschine noch besser an die praktischen Gegebenheiten anpassen zu können. Da die Verbrennungsluft mit einem hohen Druck in den Brennraum eingebracht wird, kann die Zufuhr der Luft zu jedem beliebigen Zeitpunkt während beispielsweise der Kolbenbewegung vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt eingebracht werden. Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils besteht darin, dass aufgrund des Ausgleichs der Druckbeaufschlagungsbereiche gegeneinander keine resultierenden Axialkräfte auf den Ventiltrieb wirken.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Hochdruckeinlassventil in der Art des zuvor beschriebenen gemäß dem ersten Aspekt bereitgestellt, bei welchem die Größe für den ersten und für den zweiten Druckbeaufschlagungsbereich in gewissen Grenzen, was die projizierte Fläche des Druckbeaufschlagungsbereiches anbelangt, voneinander abweichen. Dies ist vor allen Dingen dann denkbar und sinnvoll, wenn beispielsweise eine gezielte herbeizuführende Kraftkomponente in einer gezielt vorgesehenen Richtung zur weiteren Optimierung bzgl. der resultierenden Kräfte auf den Ventiltrieb angestrebt werden soll. Vor allen Dingen können die über die etwas ungleiche Fläche eingestellte gewisse Ungleichheit bzw. kann ein gewisser Nichtausgleich der Axialkräfte zu einer Verbesserung der Dynamik des gesamten Ventilsystems beitragen, insbesondere unter einem Gesichtspunkt des raschen Schaltens des Ventils, um dem raschen Ladungswechsel bei vor allen Dingen auch höheren Drehzahlen der Verbrennungskraftmaschine gerecht zu werden.

Der Grundaufbau und die Vorteile und Anforderungen an ein Hochdruckeinlassventil gemäß diesem zweiten Aspekt entsprechen dem des ersten Aspektes, so dass diese nicht wiederholt werden.

Gemäß einem dritten Aspekt ist ein erfindungsgemäßes Hochdruckeinlassventil zum Einbringen von hochverdichteter bzw. hochvorverdichteter Verbrennungsluft in einem Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine vorgesehen, welches Teil der Verbrennungskraftmaschine ist und einen in einem Gehäuse geführten Schiebekolben aufweist. Der Schiebekolben hat einen zylindrischen Kolbenabschnitt, dessen axiale Länge auf einen axial sich erstreckenden, dazu

formkongruent ausgebildeten Führungsabschnitt im Gehäuse derart abgestimmt ist, dass bei seiner axialen Verschiebung im Gehäuse der im Führungsabschnitt geführte Kolbenabschnitt einen im Gehäuse angeordneten Durchtrittsbereich für Verbrennungsluft in seiner Schließposition sperrt. Bei entsprechender axialer Verschiebung des Schiebekolbens und damit des Kolbenabschnittes, welcher einerseits die Verbrennungsluft in seiner Schließposition absperrt, gibt bei einer Verschiebung des Schiebekolbens in seine Durchlassposition dieser den Durchtritt von Verbrennungsluft in den Brennraum frei. Der Schiebekolben weist im Durchtrittsbereich zwei aufeinander zugewandte, als erster und zweiter Druckbeaufschlagungsbereich ausgebildete Bereiche auf, deren in eine Ebene projizierte Flächen, welche senkrecht zur Längsachse des Schiebekolbens liegen, gleich groß sind oder gering voneinander abweichen. Der erste Druckbeaufschlagungsbereich ist dabei in der Art eines Tellerventils und der zweite Druckbeaufschlagungsbereich als Ringfläche ausgebildet. Der als Tellerventil ausgebildete Druckbeaufschlagungsbereich ist dem Zylinder zugeordnet. Bei entsprechender Federbeaufschlagung des Schiebekolbens und vorzugsweise Betätigung mittels eines Nockens einer Nockenwelle kann das erfindungsgemäße Hochdruckeinlassventil entsprechend den Forderungen des Ladungswechsels und der hohen Zylinderfüllung mit Verbrennungsluft und damit mit Sauerstoff für eine verbesserte Verbrennung gesteuert werden.

Wenn die projizierte Fläche des ersten Druckbeaufschlagungsbereiches, d. h. die am Tellerventil, etwa so groß ist wie die dazu gegenüberliegend angeordnete, als Ringfläche ausgebildete zweite Druckbeaufschlagungsbereichsfläche, sind auch hier in axialer Richtung keine resultierenden Kraftkomponenten vorhanden. Der Kraftaufwand zur Steuerung des Ventils ist deshalb lediglich auf Reibung und auf Überwindung der Federkraft zum Zwecke des Öffnens dieses Ventils gerichtet. Der Schließvorgang dieses Ventils erfolgt dann über eine entsprechend dimensionierte Feder. Je nach Schließgeschwindigkeit und herrschenden Druckverhältnissen zwischen dem Druck, mit dem die Verbrennungsluft dem Brennraum zugeführt wird, und dem nach der Verbrennung im Zylinder herrschenden Druck wird der Schließvorgang des Hochdruckeinlassventils bzgl. der Schließgeschwindigkeit entsprechend gesteuert, um brauchbare kurze Steuerzeiten zu erreichen, mittels welchen das Ventilöffnungsgesetz optimiert werden kann. Im Sinne einer raschen Befüllung des Brennraumes muss die Öffnungskurve bzgl. der eingelassenen Verbrennungsluftmenge möglichst steil sein.

Um entsprechende Massen zu sparen, kann anstelle von üblicherweise eingesetzten Stahlventilen auch der Einsatz aus Keramikwerkstoffen vorteilhaft sein. Bei leichteren, aber ebenso die Festigkeit garantierenden Materialien kann auf die Dynamik des Ventiltriebs insbesondere für den Öffnungs- und Schließvorgang im Sinne einer Bewegungsoptimierung unter Beachtung einer optimierten Dynamik positiv Einfluss genommen werden. Das Ventilgehäuse und auch der

Schiebekolben können neben Stahl auch aus Guss, aus hochfesten Aluminiumlegierungen oder Aluminiummagnesiumlegierungen oder anderen Werkstoffen bzw. Legierungen bestehen.

Ein deutlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils bzw. der Verbrennungskraftmaschine mit einem derartigen erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventil besteht darin, dass aufgrund der hohen Drücke die Volumina des Ladeluftsystems kleiner ausgeführt werden, so dass eine höhere Kompaktheit der erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschinen erreicht werden kann.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung für die ersten beiden Aspekte des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils ist der erste Druckbeaufschlagungsbereich mit seiner Kontur am Verbrennungsluftauslass aus dem Ventil, d. h. am Einlass der Verbrennungsluft in den Brennraum, in der Art eines Tellerventils ausgebildet. Dabei kann in diesem Zuströmbereich eine zusätzliche zylindrische Führung im Sinne eines Führungsabschnittes vorgesehen sein, welche mittels einer speichenartigen Verstärkung nicht nur eine erhöhte Stabilität dieses in Einbringrichtung der Verbrennungsluft in den Brennraum vorderen Teils des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils erreicht werden, sondern es ist auch eine bessere Führung des Schiebekolbens im Gehäuse des Hochdruckeinlassventils gegeben. Vorzugsweise ist der zweite, zum ersten Druckbeaufschlagungsbereich gegenüberliegende Druckbeaufschlagungsbereich als Ringfläche, vorzugsweise als ebene Ringfläche ausgebildet. Die Ringfläche kann aufgrund der allseitig gleichmäßigen Druckausbreitung auch von einer ebenen Form abweichen; für die Druckkräfte, die auf diesen Druckbeaufschlagungsbereich wirken, ist jedenfalls die projizierte Fläche relevant. Die projizierte Fläche wird auf eine gedachte Ebene projiziert, welche senkrecht zur Längsachse des erfindungsgemäßen Einlassventils angeordnet ist.

Vorzugsweise sind die sich im Bereich des ersten Druckbeaufschlagungsbereiches radial zwischen einem Schaft und dem Führungsabschnitt erstreckenden Führungsstege so ausgebildet, dass sie gleichzeitig der in den Brennraum einströmenden Luft eine Richtungskomponente im Sinne einer Drallströmung im Zylinder zufügen, so dass zusätzlich dadurch eine verbesserte Gemischbildung und damit Verbrennung im Zylinder erreicht wird.

Vorzugsweise ist es jedoch auch möglich, dass sich vom Schaft aus im Bereich des Ventiltellers des ersten Druckbeaufschlagungsbereiches leitschaufelartige Stege befinden, welche nicht zwingend mit einem äußeren Ring im Sinne eines Führungsabschnittes verbunden sind, sondern welche ähnlich von Leitschaufeln von Turbinen dazu vorgesehen sind, einem entlang dieser Leitschaufeln strömenden Medium eine definierte Richtung gegebenenfalls auch eine Beschleunigung bei sich verändernden Abständen zwischen den Schaufeln zu verleihen. Damit

kann auf die Gemischbildung und letztlich auch auf die Verbrennung im Brennraum eines Motors Einfluss genommen werden.

- Vorzugsweise sind gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Hochdruckeinlassventile gemäß dem ersten und dem zweiten Aspekt der erste und der zweite Druckbeaufschlagungsbereich ihrem jeweiligen axial sich erstreckenden zylindrischen Kolbenabschnitt zugeordnet. Die beiden zylindrischen Kolbenabschnitte sind in einem jeweiligen Führungsabschnitt im Gehäuse geführt und begrenzen mit ihren aufeinander zugewandten Druckbeaufschlagungsbereichen zwischen sich den Durchtrittsbereich. Bei einer axialen Bewegung des Schiebekolbens gibt der vom ersten Druckbeaufschlagungsbereich sich erstreckende zylindrische Abschnitt im Gehäuse angeordnete Lufteintrittskanäle bzw. Luftdurchtrittskanäle frei, über welche die dem erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventil zugeführte vorverdichtete Verbrennungsluft in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine zuführt, oder sperrt diese.
- Über die Anzahl der Lufteintrittskanäle, welche vorzugsweise in Umfangsrichtung nebeneinander in einem definierten Abstand zueinander oder in einem Abstand zueinander angeordnet sind, welcher definierte Strömungsverhältnisse im Brennraum erzeugt, ist die eingelassene Verbrennungsluftmenge beeinflussbar. Vorzugsweise sind die Lufteintrittskanäle bzw. Luftaustrittskanäle bezogen auf die axiale Längsachse des Hochdruckeinlassventils geneigt im Sinne einer konvergierenden, d. h. auf die Achse zugerichteten Richtung oder im Sinne einer divergierenden, von der Längsachse des Schiebekolbens wegweisenden Richtung. Aber auch eine konzentrische Anordnung zur Längsachse des Schiebekolbens bezogen auf die jeweilige Längsachse der Lufteintrittskanäle kann vorzugsweise vorgesehen sein.
- Vorzugsweise ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Hochdruckeinlassventils bezogen auf den ersten und den zweiten Aspekt so ausgebildet, dass der Durchtrittsbereich für die Verbrennungsluft, welcher durch den ersten und den zweiten Druckbeaufschlagungsbereich bei entsprechender Position des Schiebekolbens im Gehäuse begrenzt ist, im Gehäuse gestuft ist, wobei das Hochdruckeinlassventil im Gehäuse einen Verbrennungslufteinlass und einen Verbrennungsluftauslass aufweist. Der Verbrennungslufteinlass führt dem Hochdruckeinlassventil aus einer Versorgungsquelle die vorverdichtete Verbrennungsluft zu, wohingegen der Verbrennungsluftauslass sozusagen den Verbrennungslufteinlass in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine darstellt. Vorzugsweise sind beide Bereiche in axialer Richtung bzgl. des Schiebekolbens versetzt zueinander angeordnet. Dadurch ist es möglich bzw. wird erreicht, dass der Verbrennungslufteinlass mittels eines sich von dem ersten Druckbeaufschlagungsbereich erstreckenden, im Gehäuse in dem Führungsabschnitt geführten ersten zylindrischen Kolbenabschnittes je nach Position des Schiebekolbens für die Verbrennungsluft gesperrt oder geöffnet

wird. Die axiale Länge des ersten zylindrischen Kolbenabschnittes muss dabei größer sein als die axiale Erstreckung des Durchtrittsbereiches für die Verbrennungsluft, so dass die in Richtung auf den Brennraum vordere wie in Richtung auf den Durchtrittsbereich hintere umlaufende Kante des zylindrischen Kolbenabschnittes eine zuverlässige Abdichtung gegenüber der zum
5 Verbrennungslufteinlass geführten Verbrennungsluft gewährleistet. Durch eine sehr genau gefertigte Zylinderform des Kolbenabschnittes wie auch der zylindrischen Bohrungsform des dazu gehörenden formkongruenten Führungsabschnittes wird ein sauberer Passsitz gewährleistet, welcher die entsprechende Dichtfunktion selbst bei den vorgesehen hohen Drücken bis 150 MPa gewährleistet.

10 Vorzugsweise tauchen die den jeweiligen Druckbeaufschlagungsbereichen zugeordneten zylindrischen Kolbenabschnitte bei entsprechender Verschiebung des Schiebekolbens in entsprechenden Kammern im Gehäuse ein. Vorzugsweise weisen diese Kammern Entlüftungsbohrungen auf, über welche beim Eintauchen der zylindrischen Kolbenabschnitte in die jeweilige
15 Kammer, die dort unter Druck gesetzte Luft entweichen lassen. Bei entsprechender Bewegung der zylindrischen Kolbenabschnitte aus dem Eintauchzustand wieder aus der Kammer heraus wird Luft über die Entlüftungsbohrungen angesaugt, so dass der Unterdruck nur geringe Werte aufweist. Diese Entlüftungsbohrungen weisen solche Durchmesser auf, dass allenfalls eine geringe Drosselung vorhanden ist.

20 Je nach Bedingungen und je nach Beeinflussung der Strömung der in den Zylinder bzw. in die Brennkammer der Verbrennungskraftmaschine eintretenden Verbrennungsluft sind der Verbrennungslufteinlass und/oder der Verbrennungsluftauslass mit kreisförmigem, länglichem oder elliptischem Querschnitt versehen. Die Querschnittsform ist dabei abhängig von der gewünschten
25 Strömung im Brennraum zur Intensivierung der Gemischbildung und der sich daran anschließenden Verbrennung.

Vorzugsweise sind die zylindrischen Kolbenabschnitte in der Art von schmiermittelaufnehmenden Kolben-Ringnuten ausgebildet. Diese Kolben-Ringnuten sind so ausgebildet, dass sie in der
30 Lage sind, Schmiermittel aufzunehmen, so dass die Gleitflächen, welche zwischen den zylindrischen Kolbenabschnitten und den Führungsabschnitten ausgebildet sind, eine entsprechende Schmierung erhalten, so dass einem Verschleiß entgegengewirkt wird und vor allen Dingen auch die Reibungskraft beim axialen Verschieben des Schiebekolbens in dem Gehäuse erheblich herabgesetzt wird.

35 Vorzugsweise weist das Hochdruckeinlassventil gemäß dem zweiten oder dritten Aspekt keine bzgl. ihrer Größe identischen Flächen des ersten und des zweiten Druckbeaufschlagungsbereichs

ches auf, sondern diese Flächen können bis zu maximal 20 % voneinander abweichen. Damit soll ein direkter Einfluss genommen werden auf die Kraftverhältnisse beim Steuern des Hochdruckeinlassventils wie auch auf die Dynamik insbesondere bei hohen Drehzahlen und damit rasch erforderlichem Öffnen und Schließen des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils.

5

Weiter bevorzugt ist das Hochdruckeinlassventil mit einem Schiebekolben ausgebildet, welcher zumindest am Ende seiner Schließbewegung dem Tellerventil eine radiale Bewegungskomponente verleiht, so dass bei jedem Schließvorgang unterschiedliche Flächen im Sitz des Tellerventils im Gehäuse in Kontakt gelangen. Das ist zum einen einer hohen im Motorbetrieb gewährleisteten langen Dichtheit geschuldet, auch weil gegebenenfalls durch unverbrannten Kraftstoff sich ergebende Anlagerungen im Ventilsitzbereich bei jedem Schließen wieder beseitigt werden. Damit ist eine Reinigung des Ventilsitzes und damit eine hohe Dichtheit des Tellerventils in seinem Sitz im Gehäuse gewährleistet.

10

15 Gemäß einem weiteren Aspekt ist die erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine mit einem in einem Zylinderkopf angeordneten Hochdruckeinlassventil zum Einlassen von Verbrennungsluft mit hohem Druck in einen Brennraum versehen, wobei das Hochdruckeinlassventil ein Ventil ist, welches gemäß den Merkmalen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 ausgebildet ist. Dieses Hochdruckeinlassventil ist in der Art eines Einlassventils zwischen einer Hochdruckleitung, 20 welche die Verbrennungsluft unter hohem Druck dem Hochdruckeinlassventil zuführt, und dem Brennraum angeordnet. Mittels dieses Hochdruckeinlassventils wird die unter hohem Druck stehende Verbrennungsluft von eben einer Hochdruckleitung über einen Durchtrittsbereich im Hochdruckeinlassventil in den Brennraum eingelassen.

20

25 Das Hochdruckeinlassventil ist bzgl. eines ersten Aspektes für die Verbrennungskraftmaschine bezogen auf die Längsachse des Zylinders bzw. des Brennraumes im Zylinderkopf stehend angeordnet. Die Unterseite des Hochdruckeinlassventils weist somit unmittelbar auf den Brennraum hin. Dies hat den Vorteil, dass herkömmliche Zylinderköpfe, welche mit einem herkömmlichen Einlassventil versehen sind, gegebenenfalls verwendet werden können, weil die für Sitz 30 und Führung im Zylinderkopf vorgesehenen entsprechenden Führungen und Aufnahmen jedenfalls für den benötigten Platz für das erfindungsgemäße Hochdruckeinlassventil verwendet werden können. Der Vorteil des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils besteht u. a. in Verbindung des Einsatzes bei einer Verbrennungskraftmaschine darin, dass großvolumige Einlassleitungen nicht erforderlich sind, so dass der Platzbedarf für die Zufuhr der Verbrennungsluft 35 zum Brennraum der Verbrennungskraftmaschine verringert wird und damit die Kompaktheit eines derartigen Motors erhöht werden kann.

30

35

Gemäß einem zweiten Aspekt der Verbrennungskraftmaschine ist bezüglich des Grundaufbaus, welcher demjenigen gemäß dem ersten Aspekt für die Verbrennungskraftmaschine entspricht, das Hochdruckeinlassventil bezogen auf die Längsachse des Zylinders bzw. des Brennraumes im Zylinderkopf liegend angeordnet. Die liegende Anordnung des Hochdruckeinlassventils hat den Vorteil, dass von der Oberseite des Zylinderkopfes die Zufuhr der unter hohem Druck stehenden Verbrennungsluft erfolgen kann und der Durchtrittsbereich für die Verbrennungsluft durch das Hochdruckeinlassventil in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine im Wesentlichen quer bzw. senkrecht zur Längsachse des Schieberkolbens des Hochdruckeinlassventils erfolgen kann.

Der Schieberkolben des Hochdruckeinlassventils ist vorzugsweise mit einer Feder belastet und zu seinem Verschieben aus einer einen Durchtritt von Verbrennungsluft in den Brennraum sperrenden Position in eine den Durchtritt von Verbrennungsluft in den Brennraum freigebenden Position ein Nocken einer Nockenwelle vorgesehen, welcher gegen die Federkraft wirkt, so dass mittels des Nockens bei drehender Nockenwelle analog zur Steuerung herkömmlicher Einlass- und Auslassventile ein Öffnen bewirkt werden kann. Dabei sorgt die Feder, gegen welche der jeweilige Nocken arbeiten muss, dafür, dass nach dem Öffnen des Hochdruckeinlassventils und nach erfolgtem Einlassen der benötigten Verbrennungsluftmenge der Schieberkolben möglichst rasch wieder in seine Schließstellung überführt wird.

Vorzugsweise arbeitet das Hochdruckeinlassventil mit einem Druck im Bereich von 2 bis 20 MPa und ist derart steuerbar, dass die Verbrennungsluft so in den Zylinder eingelassen werden kann, dass für einen Ladungswechsel bei einem Viertaktmotor ein separater Takt entbehrlich ist und dennoch Gemischbildung im Zylinder über den Druck, mit welchem die Verbrennungsluft über das Hochdruckeinlassventil in den Brennraum eingelassen wird, hinsichtlich der eingespritzten Kraftstoffmenge intensiver erfolgt, als das bei Verbrennungskraftmaschinen mit beispielsweise herkömmlicher Aufladung in einem niedrigeren Druckbereich von heutzutage 0,3 bis 0,4 MPa der Fall ist. Mittels des hohen Drucks, mit welchem die Verbrennungsluft dem Brennraum zugeführt wird, kann die Zeit des Öffnens des Hochdruckeinlassventils gut gesteuert werden, so dass eine optimale Zufuhr von Verbrennungsluft, auch im Hinblick auf die nach der Zufuhr der Verbrennungsluft und der Gemischbildung ablaufende Verbrennung, gewährleistet ist.

Weitere Vorteile, Anwendungsmöglichkeiten und Details zu dem erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventil und der mit einem derartigen Ventil versehenen Verbrennungskraftmaschine werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen detailliert erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils
in Schließposition mit Tellerventil;
- 5
- Figur 2 ein Hochdruckeinlassventil gemäß Figur 1 in Durchlassposition;
- Figur 3 eine Schnittansicht durch Gehäuse und Schaft des Schiebekolbens gemäß Figur
2;
- 10
- Figur 4 den mit einem Tellerventil geschlossenen Verbrennungsluftauslass des Hochdru-
ckeinlassventils mit leitschaufelartigen Stegen am Kopf des Tellerventils in axialer
Ausrichtung;
- 15
- Figur 5 eine Darstellung gemäß Figur 4, jedoch mit gekrümmten leitschaufelartigen Stegen
im Bereich des Verbrennungsluftauslasses vom Hochdruckeinlassventil in
Schließposition;
- 20
- Figur 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils
mit einem Schiebekolben mit zwei zylindrischen Abschnitten, welche in Führungs-
abschnitten im Innern des Ventilgehäuses geführt sind, wobei kranzartig eine Viel-
zahl von Lufteintrittskanälen zum Einbringen der Verbrennungsluft in den Brenn-
raum vorgesehen ist;
- 25
- Figur 7 das Hochdruckeinlassventil gemäß Figur 6, jedoch in Durchlassposition zum Zu-
führen von Verbrennungsluft durch das Hochdruckeinlassventil in einen Brennraum
einer Verbrennungskraftmaschine;
- 30
- Figur 8 ein Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 6 und 7, jedoch mit Lufteintrittskanä-
len, welche bezogen auf die Längsachse des Schiebekolbens eine divergierende
Richtung aufweisen;
- Figur 9 ein Ausführungsbeispiel gemäß Figur 8, jedoch mit Lufteintrittskanälen, welche
bezogen auf die Längsachse des Schiebekolbens eine konvergierende Richtung
aufweisen;
- 35

- Figur 10 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Hochdruckeinlassventils in Schließposition gemäß der Erfindung mit Verbrennungslufteinlass und Verbrennungsluftauslass in versetzt zueinander angeordneten Ebenen;
- 5 Figur 11 das Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils gemäß Figur 10, jedoch in Durchlassposition;
- Figur 12a) ein Detailschnitt des Bereichs des Verbrennungslufteinlasses des Hochdruckeinlassventils gemäß den Figuren 10 und 11;
- 10 Figur 12b) eine Seitenansicht von links des Details gemäß Figur 12a) in der Form eines im Querschnitt als Langloch ausgebildeten Kanals;
- Figur 13a) der Bereich des Verbrennungsauslasses als Detailschnitt des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils gemäß den Figuren 10 und 11;
- 15 Figur 13b) eine Schnittansicht entlang der Schnittebene B-B gemäß Figur 13a), bei welcher der Durchtrittsbereich im Innern des Ventils als um den Schaft des Schiebekolbens angeordnete Ringkammer ausgebildet ist;
- 20 Figur 14a) einen Schiebekolben gemäß einem erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventil gemäß den Figuren 10 und 11 mit Kolben-Ringnuten an den zylindrischen Kolbenabschnitten zur Schmierung;
- 25 Figur 14b) einen Schiebekolben gemäß einem erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventil gemäß den Figuren 10 und 11 mit entlang einer Schraubenlinie laufenden Kolben-Ringnuten an den zylindrischen Kolbenabschnitten zur Schmierung;
- Figur 15 eine Detailschnittansicht der Anordnung des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils im Zylinderkopf einer Verbrennungskraftmaschine in Durchlassposition;
- 30 Figur 16 eine Detailschnittansicht eines Zylinders und eines Zylinderkopfes mit eingebautem erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventil in Schließposition;
- 35 Figur 17a) ein erfindungsgemäßes Hochdruckeinlassventil mit einem Tellerventil als erstem Druckbeaufschlagungsbereich und mit einem zylindrischen Kolbenabschnitt mit

Ringfläche als zweitem Druckbeaufschlagungsbereich und mit zusätzlichem Kolben zum Öffnen und Schließen des Ventils;

Figur 17b) das Hochdruckeinlassventil gemäß Figur 17a), jedoch in geöffneter Position zum Eintritt von Verbrennungsluft in den Zylinder durch das Innere des zusätzlichen Kolbens und den Tellerventilsitz-Bereich;

Figur 17c) eine Schnittansicht durch den Schaft des Schiebekolbens des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils mit Ansicht des zusätzlichen Kolbens von unten;

Figur 18 ein Hochdruckeinlassventil gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, bei welchem der zweite Druckbeaufschlagungsbereich in Form eines zylindrischen Kolbenabschnittes bezüglich der wirksamen Ringfläche größer dimensioniert ist als die wirksame Ringfläche des ersten Druckbeaufschlagungsbereiches in Form eines Tellerventils;

Figur 19 ein Hochdruckeinlassventil für das erfindungsgemäße Verfahren in geschnittener Darstellung bei geschlossenem Zustand; und

Figur 20 das Hochdruckeinlassventil gemäß Figur 1) bei geöffnetem Zustand.

In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Hochdruckeinlassventil 1 im Querschnitt dargestellt. Das Ventil weist ein Gehäuse 2 auf, innerhalb welchem ein Schiebekolben 3 geführt ist. Dazu weist der Schiebekolben 3 einen als zylindrischen Kolbenabschnitt 4 ausgebildeten Bereich auf, welcher im Gehäuse 2 an einem zum zylindrischen Kolbenabschnitt 4 formkongruent ausgebildeten Führungsabschnitt 5 gleitend geführt ist. Der zylindrische Kolbenabschnitt 4 des Schiebekolbens 3 ist in seinem Durchmesser größer als ein Schaft 14, welcher sich von dem zylindrischen Kolbenabschnitt 4 nach unten in Richtung auf eine Einlassöffnung in Form eines Verbrennungslufteinlasses 9 in Richtung auf einen nicht dargestellten Brennraum 25 erstreckt. Auf der dazu gegenüberliegenden Seite des zylindrischen Kolbenabschnittes 4 ist eine Verlängerung des Schaftes 14 des Schiebekolbens 3 mit einem Einsatz vorgesehen, in welchem eine Feder 22 angeordnet ist, welche zum Öffnen des Hochdruckeinlassventils 1 dient, damit hochvorverdichtete Verbrennungsluft in den Brennraum 25 eines Verbrennungsmotors eingelassen werden kann. Eine Druckkraft F_N (siehe senkrecht nach unten weisender Pfeil in Figur 2 oben) drückt den Schiebekolben 3 um einen Öffnungshub 23 des Hochdruckeinlassventils 1 nach unten, so dass der Verbrennungsluftauslass 18 voll geöffnet ist, d. h. das Hochdruckeinlassventil 1 sich in Durchlassposition 8 befindet.

Figur 1 stellt die Schließposition 7 des Hochdruckeinlassventils 1 dar. Im Verbrennungsluftauslass 18 (siehe Figur 2) schließt ein Schließsteller 12 in der Art eines Tellerventils in einem im Gehäuse 2 ausgebildeten Sitz und verhindert dadurch einen Durchtritt von Verbrennungsluft, deren Verbrennungslufteinlass 9 an der linken Seite durch eine Eintrittsöffnung vorgesehen ist. Die Verbrennungsluft selbst ist durch den waagrecht nach rechts weisenden Pfeil angedeutet. In der Schließposition 7 des Hochdruckeinlassventils 1 ist der Schiebekolben 3 mit seiner oberen, in Richtung auf den Federeinsatz ausgerichteten Ringfläche in eine Kammer 19 eingetaucht, welche zur Außenseite über eine Entlüftungsbohrung 20 verbunden ist. Beim Eintauchen des Schiebekolbens 3 mit seiner oberen Ringfläche des zylindrischen Kolbenabschnittes 4 wird die Luft aus der dort vorgesehenen Kammer 19 (siehe Figur 2) über die Entlüftungsbohrung 20 herausgedrückt.

Ein wesentliches Kriterium für die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils 1 besteht darin, dass die dem Durchtrittskanal zugewandte Ringfläche 13 einen zweiten Druckbeaufschlagungsbereich 11 bildet und das Tellerventil 12, welches dem Durchtrittsbereich 6 für die Verbrennungsluft zugewandt ist, einen ersten Druckbeaufschlagungsbereich 10 bildet. Der erste Druckbeaufschlagungsbereich 10 bildet eine projizierte Fläche, welche senkrecht zur Längsachse des Schiebekolbens 3 ausgebildet ist, und weist eine Größe auf, welche gleich der projizierten Fläche der Ringfläche 13 am zylindrischen Abschnitt 4 des Schiebekolbens 3 ist, d. h. gleich dem zweiten Druckbeaufschlagungsbereich 11 ist. Aufgrund dieser Flächengleichheit der projizierten Flächen sind keine resultierenden Axialkräfte vorhanden, und zwar unabhängig von der Höhe des Druckes der Verbrennungsluft, welche für den Einlass in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine vorgesehen ist. Der Schiebekolben 3 selbst wird mittels eines Nockens einer Nockenwelle oder einer anderen Antriebseinrichtung gegen die Federkraft F_N aus der Schließposition 7 in die Durchlassposition 8 gedrückt und bei freigegebenem Nocken durch die Wirkung der Federkraft entsprechend der Stärke der Federkraft rasch wieder in die Schließposition 7 gebracht, in welcher der Schließsteller 12 des Tellerventils am Sitz anschlägt und dort abdichtet.

Figur 2 stellt das Hochdruckeinlassventil 1 dar, bei welchem sich der Schiebekolben 3 jedoch in der Durchlassposition 8 befindet, welches mit dem Pfeil auf den Verbrennungsluftauslass 18 angedeutet ist. Bei geöffnetem Verbrennungsluftauslass 18 ist der Durchtrittsbereich 6 für die Verbrennungsluft freigegeben, so dass die Verbrennungsluft mit hohem Druck und damit auch hoher Strömungsgeschwindigkeit zwischen Sitz und Ventilteller hindurchströmt und in den Brennraum (nicht dargestellt) der Verbrennungskraftmaschine gelangt. Deutlich sichtbar ist die bei um den Öffnungshub 23 nach unten gedrücktem Schiebekolben 3 an der Oberseite des zy-

lindrischen Abschnittes 4 in Richtung auf den Federeinsatz mit der Feder 22 ausgebildete Kammer 19 gezeigt. Diese Kammer 19 ist mit der Entlüftungsbohrung 20 versehen, so dass bei erfolgreichem Schließen der zylindrische Kolbenabschnitt 4 mit seiner oberen Ringfläche in diese Kammer 19 eintaucht und die dort befindliche Luft über die Entlüftungsbohrung 20 nach außen drückt. Der Durchmesser dieser Entlüftungsbohrung ist nun so gewählt, dass keine nennenswerten Drosseleffekte auftreten, damit beim Eintauchen des zylindrischen Abschnittes 4 in die Kammer 19 kein einen hohen Widerstand bildendes Druckpolster entsteht, sondern lediglich ein gewisses Dämpfungspolster entsteht, damit ein Anschlagen der oberen Ringfläche des zylindrischen Kolbenabschnittes 4 an dem Federeinsatz selbst bei hohen Öffnungs- und Schließgeschwindigkeiten des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils 1 vermieden werden kann.

In Figur 3 ist eine Schnittansicht durch die Schnittebene A-A gezeigt, welche radial vom Schaft 14 verlaufende Führungsstege 15 zwischen dem Schaft 14 und dem Gehäuse 2 zeigen. Diese Führungsstege 15 gewährleisten eine zusätzliche Stabilität für eine exakte axiale und zusätzlich eine radiale Führung des Schiebekolbens 3 im Gehäuse 2, was von Bedeutung ist für ein zuverlässiges Abdichten der zylindrischen Außenfläche des zylindrischen Kolbenabschnittes 4 an den ebenfalls zylindrisch entsprechend ausgebildeten passgenauen Führungsabschnitten im Gehäuse 2. Über diese exakte Ausbildung dieser beiden relativ zueinander gleitenden Flächen wird die Dichtheit des Ventils im Innern gewährleistet.

Figur 4 schließlich zeigt als Detailschnittansicht den Teil des Hochdruckeinlassventils 1, an welchem im Verbrennungsdruckauslass 18 der Schließsteller des Tellerventils 12 gezeigt ist, welcher sich als Teil des Schiebekolbens 3 in dessen Schließposition 7 befindet. Zur gezielten Beeinflussung der Strömungsrichtung sind am Übergang des Schließstellers des Tellerventils 12 zu dessen Schaft 14 leitschaukelartige Stege 16 (siehe auch Figur 5) vorgesehen. Die Funktion der leitschaukelartigen Stege 16 besteht darin, beim Einlass in den Brennraum, wenn der Schiebekolben 3 in seiner Durchlassposition 8 ist, die Verbrennungsluft so zu richten, dass eine optimale Strömung und optimale Verteilung der Verbrennungsluft und schließlich auch der Gemischbildung vor der Verbrennung im Brennraum herbeigeführt werden kann. Bekanntlich trägt eine entsprechend auf die Form des Brennraumes angepasste Strömung der Verbrennungsluft im Zylinder bzw. im Brennraum zu einer gleichmäßigeren und besseren Gemischbildung bei, wodurch die Verbrennung verbessert und damit der Wirkungsgrad der Verbrennungskraftmaschine erhöht werden kann.

Gemäß Figur 5 ist eine Detailansicht analog zu der gemäß Figur 4 dargestellt, bei welcher anstelle in axialer Richtung ausgebildeter Stege 16 leitschaukelartige Stege 16 in einer gekrümmten Bahn am Übergang des Schließstellers des Tellerventils 12 zu dessen Schaft 14, vorzugs-

weise in doppelt gekrümmter Art, angebracht sind. Derartig gekrümmte leitschaufelartige Stege 16 tragen dazu bei, dass die in den Brennraum eingebrachte Verbrennungsluft einen Drall erfährt, welcher zu einer Vergleichmäßigung der Gemischbildung im Zylinder als Voraussetzung für eine gute Verbrennung beiträgt. Die Position des Tellerventils 12 des Schiebekolbens 3 entspricht der Schließposition 7.

Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils 1, bei welchem der Schiebekolben 3 zwei zylindrisch ausgebildete Kolbenabschnitte 4 aufweist, welche in entsprechenden Führungsabschnitten 5 geführt sind. Dazu sind im Innern des Gehäuses 2 drei formkongruent ausgebildete zylindrische Führungsabschnitte 5 vorgesehen. Figur 6 zeigt die Schließposition 7 des Schiebekolbens 3 innerhalb des Gehäuses 2. Der bzgl. den Figuren 1 und 2 erläuterte Grundaufbau mit dem Federeinsatz ist identisch und wird daher hier nicht weiter erneut ausgeführt.

In der in Figur 6 dargestellten Schließposition 7 ist der in seiner axialen Länge größere zylindrische Kolbenabschnitt 4, welcher im unteren Teil des dargestellten Hochdruckeinlassventils 1 gezeigt ist, zum Öffnen und Schließen der eigentlichen Lufteintrittskanäle 17 vorgesehen. Dazu sind im Gehäuse in der in Figur 6 gezeigten Schließposition 7 die Zuführleitungen zu kranzartig im Umfang der dem Brennraum zugeführten Stirnseite des Hochdruckeinlassventils 1 angeordnete Lufteintrittskanäle mit den zylindrischen Kolbenabschnitten 4 abgedeckt, so dass ein Durchtritt der Verbrennungsluft vom Verbrennungslufteinlass 9 her gesperrt ist.

Unterhalb der Kolbenoberseite ist eine Kammer 19 ausgebildet, in welche zum Freigeben der Lufteintrittskanäle 17 der untere zylindrische Kolbenabschnitt 4 eintaucht. Damit sich kein Gegendruck der in der Kammer 19 vorhandenen Luft ausbildet, ist eine Entlüftungsbohrung im Innern längs der Längsachse des Schiebekolbens 3 vorgesehen. Bei entsprechender Dimensionierung der Entlüftungsbohrung kann ein Drosseln weitestgehend vermieden werden, jedoch trotzdem noch sichergestellt werden, dass eine gewisse Dämpfungsfunktion aufgebaut wird, welche verhindert, dass ein hartes Aufschlagen der Vorderseite, im Fall der Darstellung gemäß Figur 6 der Unterseite, des zylindrischen Kolbenabschnittes 4 im Innern des Gehäuses am Boden der Kammer auftritt. Die dem Durchtrittsbereich 6 zugewandten Ringflächen 13, d. h. erster und zweiter Druckbeaufschlagungsbereich 10, 11 der zylindrischen Kolbenabschnitte 4 des Schiebekolbens 3, sind so dimensioniert, dass sie gleich groß sind. Dadurch wird erreicht, dass unabhängig vom Druck, mit welchem die Verbrennungsluft in den Durchtrittsbereich 6 im Innern des Gehäuses 2 des Hochdruckeinlassventils 1 eintritt, keine resultierenden axialen Kräfte hervorgerufen. Damit kann unabhängig vom Druck der in den Brennraum einzulassenden Verbrennungsluft das Hochdruckeinlassventil lediglich mit einem entsprechenden Antrieb beispielsweise

eines Nockens oder einer Nockenwelle gegen die Wirkung der Feder 22 geöffnet und unter Nutzung der Wirkung der Feder 22 zum Schließen des Hochdruckeinlassventils aufgebracht bzw. verwendet werden.

- 5 In Figur 7 ist gezeigt, wie diese durch einen Nocken aufgebraachte Öffnungskraft F_N den Verschiebekolben 3 in die Kammer 19 eingetaucht, so dass die zu den Lufteintrittskanälen 17 führenden radial gerichteten Zuführbereiche in der Art einer Ringkammer geöffnet sind und die Verbrennungsluft aus dem Verbrennungsluftauslass 18 in den Zylinder bzw. Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingebracht werden kann. Durch das Öffnen des Hochdruckeinlassventils 1 bildet sich die Kammer 19 am oberen zylindrischen Kolbenabschnitt 4 zur Führung des Schiebekolbens 3 im Gehäuse 2 an dem entsprechenden Führungsabschnitt 5 aus. Auch diese Kammer 19 ist mit einer Entlüftungsbohrung 20 verbunden, so dass bei Ausführen der Schließbewegung durch den Schiebekolben 3, d. h. in der Zeichnung bei einem Bewegen nach oben, die in der Kammer 19 befindliche Luft über die Entlüftungsbohrung 20 entweichen kann. Vorzugsweise sind die Lufteintrittskanäle 17 äquidistant angeordnet; es kann jedoch auch eine unregelmäßige Anordnung vorgesehen sein, insbesondere dann, wenn dadurch die Luftströmung in den Brennraum zur Verbesserung der Gemischbildung verwendet werden soll.

- Figur 8 zeigt eine Detailschnittansicht des Bereiches der Lufteintrittskanäle, d. h. des unteren Bereiches des Hochdruckeinlassventils 1, bei welchem in Abweichung zu der Ausführungsform gemäß Figur 6 und Figur 7 die Lufteintrittskanäle 17 bzgl. der Längsachse des Schiebekolbens 3 divergierend angeordnet sind. Die anderen geometrischen Gegebenheiten entsprechen denen der Figuren 6 und 7.

- 25 In Figur 9 ist ein Ausführungsbeispiel in Form eines Detailbereiches gemäß Figur 8 dargestellt, wobei jedoch die Lufteintrittskanäle 17 bezogen auf die Längsachse des Schiebekolbens 3 konvergierend angeordnet sind. Es ist jedoch auch möglich, dass bei einer einzigen Ausführungsform sowohl bezogen auf die Längsachse des Schiebekolbens 3 divergierende als auch konvergierende Lufteintrittskanäle 17 vorgesehen sind.

- 30 Figur 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hochdruckeinlassventils 1, dessen Grundaufbau bzgl. Gehäuse 2 und Federeinsatz den bisherigen Ausführungsbeispielen entspricht, so dass diese Teile nicht näher hier erneut beschrieben werden. Das gezeigte Hochdruckeinlassventil 1 befindet sich in seiner Schließposition 7 des Schiebekolbens 3. Der Unterschied zu den bisherigen Ausführungsbeispielen besteht darin, dass der Verbrennungslufteinlass 9 und der Verbrennungsluftauslass 18 in bzgl. der Längsachse des Gehäuses 2 des Hochdruckeinlassventils 1 unterschiedlichen Ebenen angeordnet sind. Dabei wird die

Verbrennungsluft unter hohem Druck über den Verbrennungslufteinlass 9, von einer nicht dargestellten Hochdruckleitung kommend angelegt. In der Schließposition 7 deckt der untere zylindrische Kolbenabschnitt 4 diesen Durchtrittsbereich 6 ab, so dass keine Verbrennungsluft in den Durchtrittsbereich 6 und schließlich in den Brennraum 25 (siehe Figur 15 und 16) des Zylinders gelangen kann.

Dem Durchtrittsbereich 6 zugewandt sind zwei Ringflächen 13, welche die gleiche Größe haben, so dass unabhängig vom Druck der zugeführten Verbrennungsluft keine resultierenden Axialkräfte vorhanden sind. Eine Verschiebung des Schiebekolbens 3 ist damit lediglich gegen die Kraft der Feder 22 aufzubringen. Unterhalb der Vorderseite des großen zylindrischen Kolbenabschnittes 4 befindet sich wiederum die Kammer 19, so dass beim Verschieben des Schiebekolbens 3 ein Eintauchen in die Kammer 19 erfolgt und damit letztlich bei Ausführen des Öffnungshubes 23 die in Figur 11 gezeigte Durchlassposition 8 des Schiebekolbens 3 erreicht wird. In der Durchlassposition 8 kann die Verbrennungsluft über den Verbrennungslufteinlass 9 von der unteren Ebene zur oberen Ebene der Ausnehmung des Durchtrittsbereiches 6 im Gehäuse 2 und schließlich zu dem Verbrennungsluftauslass 18 strömen, von wo aus die Verbrennungsluft direkt in den Brennraum 25 einer Verbrennungskraftmaschine (nicht gezeigt) strömen kann.

Damit eine zuverlässige Führung des Schiebekolbens 3 im Gehäuse 2 gewährleistet ist, ist der untere größere zylindrische Kolbenabschnitt 4 bis in die Kammer 19 hinein an formkongruent ausgebildeten Führungsabschnitten 5 geführt. Bei der Schließposition 7 gemäß Figur 10 ist dieser zylindrische Kolbenabschnitt 4 dann in dem unteren Bereich und in dem Zwischenbereich an entsprechenden Führungsabschnitten 5 geführt, wobei der Zwischenbereich zwischen der unteren Ebene am Verbrennungslufteinlass 9 und dem Durchtrittsbereich 6 in der oberen Ebene am Verbrennungsluftauslass 18 angeordnet ist. Und schließlich ist der kleinere zylindrische Kolbenabschnitt 4, der obere, welcher in Richtung auf den Federeinsatz angeordnet ist, an einem dritten Führungsabschnitt 5 gleitend geführt.

Figur 12a) und b) verdeutlichen mit einer Detailschnittansicht des Bereiches des Verbrennungslufteinlasses 9 des Hochdruckeinlassventils 1, dass der Strömungskanal vom Verbrennungslufteinlass 9 bis hin zum Durchtrittsbereich 6 nicht zwingend als zylindrische Bohrung ausgebildet sein muss, sondern, wie es in Figur 12b) dargestellt ist, im Querschnitt eine langlochförmige Ausbildung aufweisen kann. Andere Querschnittsformen sind selbstverständlich möglich. In Figur 12a) ist in Draufsicht die Ringfläche 13 gezeigt, deren Größe identisch zu der auf diese Ringfläche 13 weisenden Ringfläche des zweiten zylindrischen Kolbenabschnittes 4 (siehe Figuren 10 und 11) ausgebildet ist. Diese ovalen bzw. angepassten Querschnitte der Luftzuführung

lassen einen vergrößerten Zuführungsquerschnitt zu, ohne dass das Ventil länger auszubilden ist.

In den Figuren 13a) und b) ist eine Detailschnittansicht des Bereichs des Verbrennungsluftauslasses 18 gezeigt, wobei wiederum der Schaft 14 und die Ringfläche 13 an dem zylindrischen Kolbenabschnitt 4 dargestellt sind. Auch für dieses Ausführungsbeispiel sind unterschiedliche Querschnittsformen des Verbrennungsluftkanals denkbar. In Figur 13b) ist im Bereich zwischen den aufeinander zugewandten bzgl. der Druckwirkung gleich großen Ringflächen 13 der zylindrischen Kolbenabschnitte 4 eine den Durchschnittsbereich 6 vergrößernde Ringausnehmung dargestellt. Diese Ringausnehmung ist an einer Seite mit dem Verbrennungslufteinlass 9 und an der anderen Seite mit dem Verbrennungsluftauslass 18 (beides nicht gezeigt) verbunden. Diese ovalen bzw. angepassten Querschnitte der Luftzuführung lassen einen vergrößerten Zuführungsquerschnitt zu, ohne dass das Ventil länger auszubilden ist.

Figur 14a) zeigt einen Schiebekolben 3, welcher einen vorderen zylindrischen Kolbenabschnitt 4 größerer axialer Länge und einen hinteren zylindrischen Kolbenabschnitt 4 kleinerer axialer Länge aufweist. Beide Ringflächen 13, welche aufeinander zugewandt sind und zwischen sich einen Abschnitt des Schafts 14 aufweisen, sind gleich groß, so dass bei Beaufschlagung dieses Zwischenbereiches, d. h. des Bereiches der aufeinanderzuweisenden Ringflächen der beiden zylindrischen Kolbenabschnitte 4, mit Verbrennungsluft selbst hohen Druckes keine resultierende axiale Kraftkomponente entsteht. Die Kolben des Schiebekolbens 3, d. h. die zylindrischen Kolbenabschnitte 4, weisen Kolben-Ringnuten 21 an ihrem Umfang in umlaufender Form auf, welche zur Aufnahme von Schmieröl geeignet sind, so dass ein Gleiten in einem entsprechend ausgebildeten Gehäuse 2 mit den entsprechenden Führungsabschnitten 5 verbessert wird, weil Eigenschaften eines geschmierten Gleitens realisiert werden können.

Figur 14b) zeigt ein zu Figur 14a) im Wesentlichen analoges Ausführungsbeispiel eines Schiebekolben, bei welchem in die äußeren Flächen der zylindrischen Kolbenabschnitte 4 schraubenförmig umlaufende Kolben-Ringnuten 21 eingearbeitet sind. Auch diese Kolben-Ringnuten 21 sind so ausgebildet, dass Schmiermittel darin aufgenommen werden kann und die zylindrischen Kolbenabschnitte 4 zusammen mit den Führungsabschnitten gut geführt und gut geschmierte Gleitflächen ausbilden.

Figur 15 zeigt ein Ausführungsbeispiel, wie ein erfindungsgemäßes Hochdruckeinlassventil 1 in den Zylinderkopf 26 einer Verbrennungskraftmaschine angeordnet werden kann. Das Hochdruckeinlassventil 1 ist mittels eines Nockens 28, welcher vorzugsweise zu einer Nockenwelle gehört, angetrieben, so dass bei Eingriff des Nockens 28 die im Federeinsatz vorhandene Fe-

der 22 zusammengedrückt werden kann, wodurch die Verbrennungsluft, welche über die Hochdruckleitung 27 zum Verbrennungslufteinlass 9 geführt wird und von dort über die dargestellte Durchlassposition durch das Hochdruckeinlassventil 1 in dessen Durchtrittsbereich 6 zum Verbrennungsluftauslass 18 gelangt, mit hohem Druck in den Brennraum 25 gelangt. Dies ist durch die Pfeilkette angedeutet, welche die Luftströmung der unter hohem Druck stehenden Verbrennungsluft charakterisiert. Links an der Oberseite des Bildes ist ein Auslassventil 29 gezeigt, welches sich im offenen Zustand befindet, so dass Brenngas in die Abgasleitung entweichen kann. Im Zylinder 25 ist ein Kolben 30 gezeigt, welcher mittels eines Kolbenbolzens 32 und eines Pleuels 31 mit einer Pleuelwelle verbunden ist. Das Hochdruckeinlassventil 1 kann nun vorzugsweise so gesteuert werden, dass im Grunde genommen bei nahezu jeder beliebigen Position der Bewegung des Kolbens 30 vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt während jeder gewünschten Position einzelne Mengen an Verbrennungsluft oder aber die für die Verbrennung im Brennraum 25 erforderliche Sauerstoffmenge durch die Verbrennungsluft in einem Öffnungsvorgang der Zylinder gefüllt werden kann.

Und schließlich zeigt Figur 16 einen Zylinder 25 mit Zylinderkopf 26 gemäß Figur 15, jedoch in einer etwas anders liegenden Schnittebene, bei welcher gezeigt ist, dass das Hochdruckeinlassventil 1 sich in seiner Schließposition 7 befindet. Aufgrund der anders gelegten Schnittebene ist die Einspritzdüse 33 mitgezeigt. Der Kolben 30 im Zylinder 25 ist mittels seines Pleuels 31 und über den Kolbenbolzen 32 mit einer Pleuelwelle (nicht gezeigt) verbunden.

In Figur 17a) ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Hochdruckeinlassventils 1 gemäß der Erfindung gezeigt. In Figur 17b) ist dieses Hochdruckeinlassventil 1 in geöffneter Position gezeigt.

Die in Figur 17a) gezeigte geschlossene Position des Hochdruckeinlassventils 1 wird erreicht in der Position des Schiebekolbens 3 bzgl. der Führungsabschnitte 5 im Innern des Gehäuses 2 sowie bei geschlossenem Verbrennungslufteinlass 9, wobei bei dessen Öffnung Verbrennungsluft unter hohem Druck zugeführt wird, und zwar bei in einem Ventilsitz dichtend sitzendem und damit die Zufuhr von Verbrennungsluft in den Brennraum 25 ebenfalls abdichtend angeordnetem Ventilteller eines Tellerventils 12. Der Ventilteller des Tellerventils 12 geht in üblicher Weise für Ventile, welche im Zylinderkopf 26 von Verbrennungskraftmaschinen verwendet werden, kontinuierlich in den Schaft 14 über. Der Schiebekolben 3 weist im Bereich des im Gehäuse 2 befindlichen Schaftes 14 einen zylindrischen Kolbenabschnitt 4 auf, welcher eine Ringfläche 13 ausbildet, welche in Richtung auf den Durchtrittsbereich 6 weist. Auf einer der Ringfläche 13 gegenüberliegenden Seite weist der Schaft 14 einen Ventilteller des Tellerventils 12 auf, welcher vorzugsweise mit einem Winkel von 45° einen Dichtsitz mit dem Gehäuse 2 bildet. Die

Dichtkraft dieses Ventilsitzes wird durch eine Feder 22 gewährleistet, welche mittels eines jochartigen Stützringes 36 in dem Gehäuse 2 unter Vorspannung gehalten ist. Die Ringfläche 13 und die wirksame in eine Ebene senkrecht zur Längsachse des Schiebekolbens 3 projizierte Fläche des Ventiltellers des Tellerventils 12 sind beide gleich groß, so dass der Druck der Verbrennungsluft, welche in den Durchtrittsbereich 6 zum Eintragen in den Zylinder 25 bei geöffnetem Hochdruckeinlassventil 1 (siehe Figur 17b)) gelangt, die Druckbeaufschlagungsflächen 10 und 11 ohne resultierende Flächen gegeneinander belastet. Dadurch wird ein nahezu kraftfreies Verschieben des Schiebekolbens 3 im Gehäuse 2 realisiert. Im Bereich des Schaftes 14 weist der Schiebekolben 3 einen zusätzlichen Kolben 34 auf, welcher ebenfalls einen zylindrischen Kolbenabschnitt 4 an seinem Außenumfang aufweist, welcher an entsprechenden formkongruent gestalteten Führungsabschnitten 5 im Gehäuse 2 geführt ist. Die axiale Abmessung dieses zusätzlichen Kolbens 34 ist nun derart, dass in der Position, wie sie in Figur 17a) gezeigt ist, d. h. in welcher die Zufuhr von Verbrennungsluft gesperrt ist, der zusätzliche Kolben 34 den Querschnitt der Zufuhrleitung der Verbrennungsluft hohen Druckes unterbricht. Dazu ist der zusätzliche Kolben 34 wie auch die Führungsabschnitte 5 eingeschliffen, um eine entsprechende Dichtkraft zu gewährleisten. Eine zweite Dichtfläche ergibt sich im Ventilsitz des Tellerventils 12, wobei die Dichtkraft durch die Federkraft der Feder 22 bestimmt wird. Zwischen der in der Figur 17a) gezeichneten Oberseite des Kolbenabschnittes 4, welche auf die Seite mit der Feder vom Hochdruck eines Ventils weist, ist ein Druckraum ausgebildet, welcher bei entsprechender Kompression, d. h. Aufwärtsbewegung des Schiebekolbens 3 über eine Entlüftungsbohrung 20 entlüftet werden kann.

Bei einer entsprechenden, gegen die Federkraft der Feder 22 wirkenden Kraft zur Verstellung des Schiebekolbens 3 im Gehäuse 2 wird über diese Entlüftungsbohrung 20 Luft wieder eingesaugt, so dass in der zwischen der Oberseite des zylindrischen Kolbenabschnittes 4 und dem Gehäuse 2 vorhandener Druckraum nicht ein nennenswerter Unterdruck entsteht.

In Figur 17b ist das Hochdruckeinlassventil 1 gemäß Figur 17a gezeigt, jedoch in der geöffneten Position. Dazu ist der Schiebekolben 3 gegen die Wirkung der Federkraft der Feder 22 in der gezeigten Darstellung nach unten verschoben, so dass der zusätzliche Kolben 34 den Zutrittsquerschnitt 9 über den Durchtrittsbereich 6 am Sitzbereich des Ventiltellers des Tellerventils 12 freigibt und Verbrennungsluft mit hohem Druck in den Brennraum 25 (nicht gezeigt) eingedrückt werden kann. Die anderen Elemente und Funktionen sind mit denen gemäß Figur 17a identisch und werden daher hier nicht nochmals beschrieben. Es ist in Figur 17b ersichtlich, dass der zusätzliche Kolben 34, an den im Innern des Gehäuses 2, d. h. im Innern des Durchtrittsbereiches 6, ausgebildeten eingeschliffenen zylindrischen Führungsflächen 5 gleitend verschoben wird, so

dass die unter hohem Druck stehende Verbrennungsluft letztlich in den Zylinder 25 einströmen kann.

Und schließlich ist in Figur 17c eine Schnittansicht durch den Schiebekolben 3, in dessen unteren Teil des Schaftes 14 mit Blickrichtung von unten auf den zusätzlichen Kolben 34, gezeigt. Der Kolben 34 weist einen zylindrischen Kolbenabschnitt 4 an seinem Außenumfang auf, welcher eingeschliffen ist und formkongruent mit den entsprechend im Gehäuse 2 ausgebildeten Führungsabschnitten 5 dichtend zusammenwirkt. Das Innere des Kolbens 34 ist durch Speichen, zwischen denen sich Öffnungen befinden, stabil genug gefertigt und ermöglicht so, bei freigegebenem Verbrennungslufteinlass die Verbrennungsluft hindurchströmen zu lassen, um anschließend am Bereich des Ventilsitzes des Ventiltellers des Tellerventils 12 vorbei in den Brennraum 25 zu strömen. Dies ist durch die Pfeile, welche den Strömungsweg andeuten, gezeigt. Zusätzlich ist der Schiebekolben 3 durch die zylindrischen Kolbenabschnitte 4 im oberen Teil des Gehäuses 2 zuverlässig und genau geführt, weil auch diese Bereiche eingeschliffen sind.

Und schließlich zeigt Figur 18 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei welchem die dem Durchtrittsbereich 6 im Innern des Gehäuses 2 zugewandten wirksamen Druckbeaufschlagungsbereiche 10, 11 eine unterschiedliche Größe aufweisen. In Figur 18 ist ein Zustand des Hochdruckeinlassventils 1 gezeigt, bei welchem durch den Schiebekolben 3 die Zufuhr von Verbrennungsluft in den Brennraum 25 nicht stattfindet. Wegen der Tatsache, dass der als Ringfläche 13 ausgebildete zweite Druckbeaufschlagungsbereich 11 größer ausgebildet ist als der erste Druckbeaufschlagungsbereich 10 am Übergang des Ventiltellers des Tellerventils 12 zu dessen Schaft 14, ist das Gehäuse 2 zweiteilig ausgebildet, damit eine entsprechende Montage des Schiebekolbens 3 in das Innere des Gehäuses 2 erfolgen kann. Ansonsten ist der Grundaufbau analog zu dem in Figur 17 beschriebenen. Dadurch, dass die Fläche des Druckbeaufschlagungsbereiches 11 größer ist als die des Druckbeaufschlagungsbereichs 10, wird in Verbindung mit dem hohen Druck der Verbrennungsluft eine größere Schließkraft des Ventiltellers des Tellerventils 12 im Bereich von dessen Sitz gewährleistet. Insoweit wird von dem Ungleichgewicht auf Basis der unterschiedlich großen wirksamen Flächen profitiert. Die dadurch erzielte große Kraft gewährleistet eine deutlich verbesserte Dichtwirkung des Ventilsitzes während des Betriebes des Motors. Das Prinzip der Funktion eines derartigen Ventils ist das, welches einem Pneumatikzylinder ähnlich ist. Zusätzlich zu der Darstellung in Figur 17 ist in Figur 18 noch eine Kontermutter 37 gezeigt, welche ein Lösen des Stützringes 36 im Betrieb unterbindet, mit welcher Kontermutter 37 aber auch eine Einstellung der Federkraft vorgenommen werden kann, da der Stützring 36 auf dem oberen Schaftteil des Schiebekolbens 3 aufgeschraubt ist, so dass die

Federspannung eingestellt und je nach gewünschter Höhe mittels der Kontermutter 37 fixiert werden kann.

Figur 19 und Figur 20 zeigen in Schnittdarstellung zwei Positionen des zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehenen Hochdruckeinlassventils 1 in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung in geschlossenem Zustand (Figur 19), wohingegen in der Figur 20 dieses Hochdruckeinlassventil 1 in geöffneter Stellung dargestellt ist.

Das Hochdruckeinlassventil 1 weist einen aus einem Kolbenstößel 100 und einem Kolben 200 gebildeten und in einem Gehäuse 300 geführten Kolbenteil auf. Der Kolben 200 weist eine Steuerkante 40 bildende umlaufende Kolbennut 50 auf, welche gegenüber dem äußeren maximalen Durchmesser des Kolbens 200 einen Bereich mit einem Einzug aufweist. In der Stellung gemäß Figur 19 bildet der Kolben 200 innerhalb des Gehäuses 300 an seiner Stirnfläche bzw. Kolbenoberseite, welche gegenüber dem Kolbenstößel 100 liegt, eine Ventilkammer 90 aus, welche an der Stirnseite des Hochdruckeinlassventils 1 mittels einer Deckplatte 60 geschlossen ist. Zwischen der Deckplatte 60 und der Stirnseite des Kolbens 200 bildet die Ventilkammer 90 sozusagen ein Luftpolster, in welches sich der Kolben 200 mit dessen Hub 101 bewegt, so dass bei den für die Einlassvorgänge für Verbrennungsluft in die Zylinder erforderlichen kurzen Zeiten verhindert wird, dass der Kolben 200 auf die Deckplatte 60 aufschlagen könnte. In Figur 20 ist gezeigt, dass die Ventilkammer 90 über eine Entlüftungsbohrung 70, welche durch den Kolbenteil im Bereich seiner Längsachse geführt ist, entlüftet wird. Insbesondere bei höheren Drehzahlen der Verbrennungskraftmaschine muss der Ladungswechsel im Zylinder, bezogen auf absolute zeitliche Maßstäbe, in sehr kurzen Zeitspannen ausgeführt werden. Daher muss auch das Hochdruckeinlassventil 1 und als wesentliches Kernelement davon dessen Kolben 200 sehr schnelle Bewegungen zum Öffnen und Schließen, d. h. zum Steuern der Zufuhr von Verbrennungsluft, ausführen.

In den Totpunkten bei der Bewegung des Schiebekolbens 3 des Hochdruckeinlassventils 1 treten aufgrund der Massenträgheit dieses Bauelements relativ große Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte auf. Der auf der Kolbenoberseite bei der Bewegung des Schiebekolbens 3 sich verändernde Raum, d. h. die Ventilkammer 90, führt durch die Komprimierung der darin befindlichen Luft zu einer Dämpfung der Kolbenbewegung, weshalb im Innern des Schiebekolbens 3 im Bereich von dessen Längsachse eine Entlüftungsbohrung 70 vorgesehen ist. Der Durchmesser der Entlüftungsbohrung 70 ist nun so gestaltet, dass bei der raschen Bewegung des eigentlichen Kolbens des Schiebekolbens 3 die Luft aus der Ventilkammer 90 zumindest größtenteils über die Entlüftungsbohrung 70 herausgepresst wird. Der Durchmesser der Entlüftungsbohrung 70 ist nun so groß, dass nur so viel Luft in der Ventilkammer 90 verbleibt, dass bei der raschen

Bewegung des Kolbens 200 und dessen Trägheit ein Anschlagen von dessen Kolbenoberseite am durch die Deckplatte 60 bei diesem Ausführungsbeispiel gebildeten inneren Abschluss des Hochdruckeinlassventils 1 nicht anschlägt. Andererseits muss die Entlüftungsbohrung 70 in der Lage sein, bei der Rückwärtsbewegung des Kolbens weg von der Deckplatte 60 in Richtung auf seine Stellung, den Durchtritt von Verbrennungsluft durch das Hochdruckeinlassventil 1 zu unterbrechen, ein Rückströmen zum Wiederauffüllen der Ventilkammer 90 zu ermöglichen. Die Entlüftungsbohrung 70 hat daher einen solchen Durchmesser, dass im Wesentlichen die Luft in der Ventilkammer 90 abgeführt bzw. in diese Kammer wieder zugeführt werden kann, und zwar dennoch bei Vorhandensein einer gewissen Drosselfunktion, damit kein Vakuum oder Unterdruck in dieser Ventilkammer 90 während der hin- und hergehenden Bewegung des Kolbens 200 im Gehäuse 300 des Hochdruckeinlassventils 1 auftritt. Der in der Ventilkammer 90 verbleibende Teil der Luft dient jedenfalls bei der Bewegung der Kolbenoberseite in Richtung auf die Deckplatte 60 einem gewissen Dämpfungseffekt, indem sich u. a. auch wegen der noch vorhandenen Drosselwirkung der Entlüftungsbohrung 70 ein gewisses Dämpfungsluftpolster ausbildet, wodurch ein Anschlagen der Kolbenoberseite an der Innenseite der Deckplatte 60 verhindert bzw. einem Anschlagen entgegengewirkt wird.

Auf der der Stirnseite des Kolbens gegenüberliegenden Seite des Kolbens 200, an welcher der Kolbenstößel 100 angeordnet ist, ist innerhalb des Gehäuses 300 zwischen der Kolbenunterseite und der Durchtrittsöffnung des Kolbenstößels 100 durch das Material des Gehäuses 300 ein unterer bzw. hinterer Ventilraum angeordnet, welcher ebenfalls eine Dämpfungsfunktion analog zu der an der Kolbenoberseite geschilderten hat. Dazu ist aus diesem Dämpfungsraum an der Kolbenunterseite ebenfalls eine Entlüftungsbohrung 70 vorgesehen, welche analog zu der Entlüftungsbohrung 70 ausgebildet ist und funktioniert, welche in Längsrichtung durch den Kolbenteil hindurchführt und eine Verbindung zu der Ventilkammer 90 hat.

Im oberen Bereich des Gehäuses 300 des Hochdruckeinlassventils 1 ist der Kolbenstößel 100 von Federn umgeben, welche in einer Gehäuseausnehmung 130 angeordnet sind und durch eine die Gehäuseausnehmung 130 nach oben hin angeflanschte Führungsplatte gehalten sind. Der Kolben arbeitet also gegen die Feder 80, welche je nach Bewegungsrichtung innerhalb des Kolbenhubes 101 komprimiert oder gedehnt wird.

In der in Figur 19 dargestellten Position des Kolbens 200 befindet sich dessen Steuerkante 40 oberhalb eines quer zur Bewegungsrichtung des Kolbens 200 angeordneten Kanals für die Druckluftzufuhr 121 zum Zylinder, so dass der Durchtritt der Druckluftzufuhr 111 durch das Ventil gehindert ist. Erst in der in Figur 20 dargestellten Position des Kolbens 200 ist die Steuerkante 40 in den quer zur Längsachse des Kolbens sich erstreckenden, das Gehäuse 300 des

Hochdruckeinlassventils durchdringenden Kanal zur Druckluftzufuhr 121 zum Zylinder eingetaucht. Wenn die Steuerkante 40 diesen Kanal der Druckluftzufuhr 121 zum Zylinder freigegeben hat, kann die Druckluftzufuhr 111 über die Kolbennut 50, welche um den Kolben 200 herumläuft und sozusagen gegenüber dem maximalen Durchmesser des Kolbens den Einzug darstellt, in Richtung auf und durch den Kanal für die Druckluftzufuhr 121 zum Zylinder strömen. Aufgrund des hohen Druckes, mit welchem die Druckluftzufuhr 111 zum Ventil an dem entsprechenden Kanal des Hochdruckeinlassventils 1 anliegt, erfolgt nach Freigabe und damit Verbindung zum Kanal der Druckluftzufuhr 121 zum Zylinder ein sofortiger Durchtritt der unter Hochdruck stehenden Verbrennungsluft in den Zylinder.

Da bei der Bewegung des Kolbens 200 im Gehäuse 300 der Kolben 200 lediglich gegen die jeweiligen Luftpolster, d. h. mit seiner Kolbenoberseite in das Luftpolster der Ventilkammer 90 bzw. mit der Kolbenunterseite in das Luftpolster, unter Berücksichtigung der jeweils wirkenden Federkraft wirkt und da andererseits die Kolbennut 50 an beiden Enden in Längsrichtung eine gleich große Fläche ausgebildet hat, entstehen keine nennenswerten zusätzlichen resultierenden Axialkräfte, welche auf den Kolben 200 wirken. Der Kolben 200 kann daher trotz hoher anliegender Drücke der Verbrennungsluft leicht und damit an die hohen erforderlichen Geschwindigkeiten entsprechende Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine angepasst werden.

Das für die Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung vorgesehene Hochdruckeinlassventil 1 bietet somit die Möglichkeit, unter hohem Druck bereitgestellte Verbrennungsluft einem Verbraucher, in diesem Fall dem Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine, bereitzustellen. Die Drücke der bereitgestellten Druckluft bzw. Verbrennungsluft liegen in einer Höhe von beispielsweise 120 bar. Dadurch, dass die axialen, auf den Kolben 200 wirkenden Kräfte im Wesentlichen wegen gleicher beaufschlagter Flächen ausgeglichen sind, ergibt sich keine einseitige Kraftkomponente auf den Kolben 200 bzw. den Kolbenstößel 100 zuungunsten der jeweils anderen Bewegungsrichtung. Damit ist es möglich, den Kolben mit geringer Krafteinwirkung in die jeweiligen Schaltzustände zu bringen. Die jeweiligen Schaltzustände sind einerseits das geschlossene Ventil und andererseits das geöffnete Ventil.

Dabei lässt sich die Größe der Öffnung bei dem geöffneten Schaltzustand durch die Größe der axialen Verschiebung des Schiebekolbens 3 variieren. Beim Verschieben des Kolbens wird auf der Druckseite die Steuerkante 40 des Kolbens 200 soweit verschoben, dass bei entsprechender in Längsrichtung des Kolbens 200 gesehener Breite der Kolbennut 50 die in axialer Richtung versetzt zueinander angeordneten Zuleitungs- und Ableitungskanäle (Druckluftzufuhr 111 bzw. Druckluftzufuhr 121) über die Kolbennut 50 miteinander in Verbindung gebracht werden, was dem geöffneten Zustand des Hochdruckeinlassventils 1 entspricht. Durch eine Verände-

rung der Position des Kolbens 200 kann der Querschnitt der Druckluftzufuhr 121 zum Zylinder so variiert werden, dass die Durchflussmenge, d. h. der Massenstrom, der in den Zylinder einzubringenden Verbrennungsluft, variiert werden kann.

5 Die Querschnitte sind nun so gewählt, dass im geöffneten Zustand große Mengen an Verbrennungsluft in einer kurzen Zeiteinheit, d. h. hohe Massenströme, einem Verbraucher, in dem Fall dem Zylinder eines Verbrennungsmotors, zugeführt werden können. Wenn aus einem geöffneten Zustand (siehe Figur 20) wieder in einen geschlossenen Zustand (siehe Figur 19) übergegangen werden soll, wird der Kolben 200 entsprechend in axialer Richtung soweit verschoben, 10 dass eine Verbindung der Druckluftzufuhr 111 zum Hochdruckeinlassventil 1 von einer Druckluftquelle über die Kolbennut 50 zu der Druckluftzufuhr 121 zum Zylinder unterbrochen ist. Bevor die eigentliche Unterbrechung gemäß der dazu entsprechenden Position des Kolbens 200 im Gehäuse 300 erfolgt ist, kann für eine weitere Verbesserung des Betriebsverhaltens des Motors vorgesehen sein, dass der Schließvorgang noch einmal in einem vorgegebenen Umfang 15 verzögert wird, so dass ein gewisser Nachladeeffekt im Zylinder realisiert werden kann. Dieses Nachladen passiert im Zylinder in der Regel zu einem Zeitpunkt, wenn sich der Kolben 200 im Zylinder der Verbrennungskraftmaschine bereits in seiner Aufwärtsbewegung, d. h. in der Kompressionsphase befindet. Der Vorteil der Verwendung von komprimierter Verbrennungsluft in Verbindung mit dem Hochdruckeinlassventil 1, wie zuvor beschrieben, besteht u. a. auch darin, 20 dass nach Freigabe der entsprechenden Querschnitte die komprimierte Druckluft sich rasch ausbreitet, da die komprimierte Druckluft bei freiem Querschnitt rasch expandiert. Dies auch unterstützt die Fähigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens mit dem Hochdruckeinlassventil 1, dass in einer geringen Zeiteinheit hohe Luftmengen durchgesetzt werden können. Die Zufuhr von Verbrennungsluft zu einem jeweiligen Zylinder kann nun so erfolgen, dass die komplette 25 Verbrennungsluft für einen Zyklus mit einmaliger Einführung in den Zylinder in einem Einlassvorgang geführt wird. Im Sinne einer Optimierung beispielsweise der durch den Kolben 200 zu leistenden Kompressionsarbeit kann das Hochdruckeinlassventil 1 so gesteuert werden, dass die Zufuhr der Verbrennungsluft in den Zylinder sozusagen in mehreren Stößen erfolgt. Jeder einzelne Stoß an zugeführter Verbrennungsluft kann dabei hinsichtlich der Länge der Öffnung 30 des Hochdruckeinlassventils 1 variiert werden, so dass auf den Motorbetrieb unmittelbar Einfluss genommen werden kann, und zwar über die Menge der in einer definierten Zeiteinheit in den Zylinder eingeführten Verbrennungsluft. Vorzugsweise sind zwei derartige Stöße vorgesehen. Eine Vielzahl von Stößen zugeführter Frischluft kann dabei im Sinne einer Optimierung des Gesamtprozesses des Betriebs des Motors aber durchaus auch von Vorteil sein. Wenn die Ver- 35 brennungsluft in mehreren Stößen während der Bewegung des Kolbens 200 im Zylinder auf seinem Weg vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt während des Kompressionshubes in Teilmengen eingeführt wird, so entspricht die Verbrennungsluftmenge in ihrer Summe der für

den jeweiligen Zyklus benötigten Gesamtmenge, mit welcher eine zuverlässige, einen hohen Wirkungsgrad der Verbrennungskraftmaschine garantierende Betriebsweise des Motors erreicht werden kann.

- 5 Die Abdichtung des Kolbens 200 innerhalb des Gehäuses 300 erfolgt durch eine entsprechende Passung zwischen dem Kolben 200 und der Bohrung im Gehäuse 300.

Das Hochdruckeinlassventil 1 ist vorzugsweise aus hochfesten und wärmebeständigen Aluminiumlegierungen oder aus Stahl/Guss oder aus Keramikwerkstoffen aufgebaut, wobei für den
10 Kolben 200 und das Gehäuse 300 auch unterschiedliche Materialien verwendet werden können. Denkbar ist auch eine Auswahl eines bestimmten Grundmaterials mit einer Beschichtung der jeweiligen Teile, um optimale Gleit- und Abdichteigenschaften des im Gehäuse 300 bewegten Kolbens 200 bei den hohen Drücken der zugeführten Verbrennungsluft zu erreichen. Neben einer ausgewählten Beschichtung ist auch eine unterschiedliche Wärmebehandlung der gegen-
15 einander in dem Hochdruckeinlassventil 1 sich bewegenden Teile denkbar. Zur Reibungsverringern kann auch zwischen dem Kolben 200 und dem Gehäuse 300 eine Schmierung vorgesehen sein, wobei eine in den Figuren nicht dargestellte Zuführleitung zur Zuführung geringer Mengen an Schmierstoff vorgesehen sein kann.

- 20 Für die Durchführung des Verfahrens ist es zweckmäßig, das Hochdruckeinlassventil 1 an die Stelle herkömmlicher Einlassleitungen und Einlassventile im Zylinderkopf 26 einer Verbrennungskraftmaschine anzuschließen, wohingegen die Abgasventile und die Abgasleitungen in herkömmlicher Technik ausgebildet verbleiben können. Das Hochdruckeinlassventil 1 ist selbstverständlich auch für andere Arten der Zufuhr von Gasen in Räume anderer Einrichtungen an-
25 wendbar.

Zur Realisierung entsprechend rascher Öffnungs- und Schließvorgänge des Hochdruckeinlassventils 1, damit das Verfahren effektiv durchgeführt werden kann, ist es auch möglich, dass der Kolben des Hochdruckeinlassventils 1 mit mechanischen Komponenten wie beispielsweise ei-
30 ner Nockenwelle betätigt wird.

Trotz der vergleichsweise geringen Öffnungsquerschnitte auf der Seite der Druckluftzufuhr 111 zum Ventil können wegen der hohen Zufuhr mit Drücken von bis zu 150 bar große Luftmengen in den Verbrennungsraum eingeführt werden. Dies ist auch dadurch möglich, dass die Komprimierung der Verbrennungsluft auf der Seite der Druckluftzufuhr 111 zum Ventil sich bereits im
35 Ventil entspannt. Die Entspannung der Verbrennungsluft bereits im Ventil unterstützt sozusagen die „Fließgeschwindigkeit“ der Verbrennungsluft in Richtung auf die Druckluftzufuhr 121 zum

Zylinder und in den Zylinder hinein, wodurch somit automatisch eine größere Menge Verbrennungsluft in der gleichen Zeiteinheit, d. h. ein größerer Massenstrom, in den Verbrennungsraum, den Zylinder 25, gefördert wird.

- 5 Da der Schiebekolben 3 eine gesteuerte lineare Bewegung erfährt, können die Öffnungsquerschnitte über die Zeiteinheiten für den geöffneten Zustand des Hochdruckeinlassventils 1 auf einfache Art und Weise gesteuert werden.

Bezugszeichenliste:

	1	Hochdruckeinlassventil
5	2	Gehäuse
	3	Schiebekolben
	4	Zylindrischer Kolbenabschnitt
	5	Führungsabschnitt
	6	Durchtrittsbereich
10	7	Schließposition
	8	Durchlassposition
	9	Verbrennungslufteinlass
	10	erster Druckbeaufschlagungsbereich
	11	zweiter Druckbeaufschlagungsbereich
15	12	Tellerventil / Schließsteller
	13	Ringfläche
	14	Schaft
	15	Führungsteg
	16	leitschaufelartiger Steg
20	17	Luft Eintrittskanäle
	18	Verbrennungsluftauslass
	19	Kammer
	20	Entlüftungsbohrung
	21	Kolben-Ringnuten
25	22	Feder
	23	Öffnungshub Hochdruckeinlassventil
	24	Steg zusätzlicher Kolben
	25	Brennraum / Zylinder
	26	Zylinderkopf
30	27	Hochdruckleitung
	28	Nocken / Nockenwelle
	29	Auslassventil
	30	Kolben
	31	Pleuel
35	32	Kolbenbolzen
	33	Einspritzdüse
	34	zusätzlicher Kolben

35	Durchströmquerschnitt
36	Stützring
37	Kontermutter
40	Steuerkante
50	Kolbennut
60	Deckplatte
70	Entlüftungsbohrung
80	Feder
90	Ventilkammer
100	Kolbenstößel
101	Kolbenhub
111	Druckluftzufuhr zum Ventil
121	Druckluftzufuhr zum Zylinder
131	Gehäuseausnehmung
200	Kolben
300	Gehäuse

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Einbringen von Verbrennungsluft in einen Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine, bei welchem die komplette Verbrennungsluft für den jeweiligen Zylinder mittels eines im Zylinderkopf oder dessen Bereich angeordneten Hochdruckeinlassventils hinsichtlich zumindest ihres Massenstromes gesteuert in den Zylinder der Verbrennungskraftmaschine derartig mit Hochdruck eingeführt wird, dass die Verbrennungsluft im Zylinder Gemischbildung und Ladungswechsel intensiviert, dadurch gekennzeichnet, dass der Massenstrom und die Temperatur und/oder der Druck der Verbrennungsluft gemessen werden und dass die Menge an Verbrennungsluft auf der Basis der Messergebnisse mit dem Hochdruckeinlassventil gesteuert in den Zylinder eingeführt wird und dass das mit einem Schiebekolben ausgebildete Hochdruckeinlassventil durch Verschieben des Schiebekolbens geöffnet oder geschlossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die Verbrennungsluft während eines Kompressionshubes im Bereich von oder ab dessen erstem Drittel eines jeweiligen Kolbens in den jeweiligen Zylinder eingelassen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die Verbrennungsluft während eines Kompressionshubes in dessen oberem Totpunkt-Bereich eines jeweiligen Kolbens in den jeweiligen Zylinder eingelassen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welchem die Verbrennungsluft während zumindest zweier Zeitbereiche des Kompressionshubes in den jeweiligen Zylinder eingelassen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welchem die Verbrennungsluft mit einem Druck im Bereich von 50 bis 150 bar in den Zylinder eingeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem das Hochdruckeinlassventil sein Schließen verzögert und so Verbrennungsluft in den Zylinder nachläßt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welchem der Verbrennungsluft vor ihrem Einführen in den Zylinder Brennstoff zugeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei welchem der Brennstoff Verbrennungsgas und/oder flüssiger Brennstoff ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welchem die Verbrennungsluft aus einem Druckbehälter dem Zylinder zugeführt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei welchem die Verbrennungsluft einer Zweitakt- oder einer Viertaktverbrennungskraftmaschine zugeführt wird.
11. Hochdruckeinlassventil (1) zum Einbringen von hochvorverdichteter Verbrennungsluft in einen Brennraum (25) einer Verbrennungskraftmaschine, welches einen in einem Gehäuse (2) geführten Schiebekolben (3) mit zylindrischen Kolbenabschnitten (4) aufweist, deren axiale Länge auf axial sich erstreckende, dazu formkongruente Führungsabschnitte (5) im Gehäuse (2) derart abgestimmt sind, dass bei axialer Verschiebung des Schiebekolbens (3) zwischen den Führungsabschnitten (5) im Gehäuse (2) angeordnete Durchtrittsbereiche (6) für Verbrennungsluft in einer Schließposition (7) gesperrt sind und keine Verbrennungsluft in den Brennraum (25) einlassen und bei axialer Verschiebung in eine Durchlassposition (8) Verbrennungsluft durch einen Verbrennungslufteinlass (9) durch den Durchtrittsbereich (6) in den Brennraum (25) einlassen, wobei der Schiebekolben (3) im Durchtrittsbereich (6) zwei aufeinander zugewandte, als erster (10) und zweiter Druckbeaufschlagungsbereich (11) ausgebildete Bereiche aufweist, deren in eine Ebene projizierte Flächen gleich groß sind.
12. Hochdruckeinlassventil (1) zum Einbringen von hochvorverdichteter Verbrennungsluft in einen Brennraum (25) einer Verbrennungskraftmaschine, welches einen in einem Gehäuse (2) geführten Schiebekolben (3) mit zylindrischen Kolbenabschnitten (4) aufweist, deren axiale Länge auf in axial sich erstreckende, dazu formkongruente Führungsabschnitte (5) im Gehäuse (2) derart abgestimmt sind, dass bei axialer Verschiebung des Schiebekolbens (3) zwischen den Führungsabschnitten (5) angeordnete Durchtrittsbereiche (6) für Verbrennungsluft in einer Schließposition (7) gesperrt sind und keine Verbrennungsluft in den Brennraum (25) einlassen und bei axialer Verschiebung in eine Durchlassposition (8) Verbrennungsluft durch einen Verbrennungslufteinlass (9) durch die Durchtrittsbereiche (6) in den Brennraum (25) einlassen, wobei der Schiebekolben (3) in seinem Durchtrittsbereich (6) zwei aufeinander zugewandte, als erster (10) und zweiter Druckbeaufschlagungsbereich

- (11) ausgebildete Bereiche aufweist, deren in eine Ebene projizierte Flächen unterschiedlich groß sind.
13. Hochdruckeinlassventil (1) zum Einbringen von hochvorverdichteter Verbrennungsluft in einen Brennraum (25) einer Verbrennungskraftmaschine, welches einen in einem Gehäuse (2) geführten Schiebekolben (3) mit einem zylindrischen Kolbenabschnitt (4) aufweist, dessen axiale Länge auf einen axial sich erstreckenden, dazu formkongruenten Führungsabschnitt (5) im Gehäuse (2) derart abgestimmt ist, dass bei axialer Verschiebung des Schiebekolbens (3) der im Führungsabschnitt (5) geführte Kolbenabschnitt (4) einen im Gehäuse (2) angeordneten Durchtrittsbereich (6) für Verbrennungsluft in einer Schließposition (7) den Durchtritt von Verbrennungsluft in den Brennraum (25) sperrt und in einer Durchlassposition (8) den Durchtritt von Verbrennungsluft in den Brennraum (25) freigibt, wobei der Schiebekolben (3) im Durchtrittsbereich (6) zwei aufeinander zugewandte, als erster (10) und zweiter Druckbeaufschlagungsbereich (11) ausgebildete Bereiche aufweist, deren in eine Ebene projizierte Flächen senkrecht zur Längsachse des Schiebekolbens (3) gleich groß sind oder gering voneinander abweichen, und der erste Druckbeaufschlagungsbereich (10) in der Art eines Tellerventils (12) und der zweite Druckbeaufschlagungsbereich (11) als Ringfläche (13) ausgebildet sind.
14. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 11 oder 12, bei welchem der erste Druckbeaufschlagungsbereich (10) mit seiner Kontur am Verbrennungsluftauslass (18) für den Einlass der Verbrennungsluft in den Brennraum (25) in der Art eines Tellerventils (12) und der zweite, dazu gegenüberliegende Druckbeaufschlagungsbereich (11) als Ringfläche (13) ausgebildet ist.
15. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 11 oder 13 in der Alternative von gleich großem ersten und zweiten Druckbeaufschlagungsbereich (10, 11) und in der Alternative des als Tellerventil (12) ausgebildeten ersten Druckbeaufschlagungsbereiches (10), bei welchem der Schiebekolben (3) einen Schaft (14) aufweist, an welchem im Durchtrittsbereich (6) ein mit Stegen (24) versehener und zwischen den Stegen (24) Durchströmquerschnitte (35) für die Verbrennungsluft aufweisender zusätzlicher Kolben (34) vorgesehen ist, welcher den am Führungsabschnitt (5) geführten zylindrischen Kolbenabschnitt (4) führt, welcher Kolbenabschnitt (4) eine solche axiale Länge aufweist, dass in Abhängigkeit von der axialen Stellung des Schiebekolbens (3) der zusätzliche Kolben (34) den Durchtrittsbereich (6) zum Einlassen von Verbrennungsluft in den Brennraum (25) öffnet oder dichtend gegen einen Durchtritt von Verbrennungsluft schließt, wobei das Tellerventil (12) des Schiebekolbens (3) in seiner Schließlage im Ventiltellersitz zusätzlich dichtet.

16. Hochdruckeinlassventil (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dessen Schiebekolben (3) an dem zylindrischen Kolbenabschnitt (4) eine ebene Ringfläche (13) aufweist.
17. Hochdruckeinlassventil (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 16, bei welchem der erste Druckbeaufschlagungsbereich (10) sich radial zwischen einem Schaft (14) und dem Führungsabschnitt (5) erstreckende Führungsstege (15) aufweist.
18. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 17, bei welchem der erste Druckbeaufschlagungsbereich (10) zwischen Schaft (14) und Schließsteller (12) zumindest mit einer Richtungskomponente in axialer Richtung des Schiebekolbens (3) sich erstreckende leitschaukelartige Stege (16) zum Erzielen einer definierten Richtung der Verbrennungsluft beim Einlassen in den Brennraum (25) aufweist.
19. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 11 oder 12, bei welchem der erste (10) und der zweite Druckbeaufschlagungsbereich (11) ihrem jeweiligen axial sich erstreckenden zylindrischen Kolbenabschnitt (4) zugeordnet sind, welcher im jeweiligen Führungsabschnitt (5) im Gehäuse (2) geführt ist und den Durchtrittsbereich (6) begrenzen, wobei der sich vom ersten Druckbeaufschlagungsbereich (10) erstreckende zylindrische Kolbenabschnitt (4) bei der axialen Verschiebung des Schiebekolbens (3) im Gehäuse (2) angeordnete Lufteintrittskanäle (17) öffnet oder schließt.
20. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 19, bei welchem die Lufteintrittskanäle (17) im Gehäuse (2) sich ringförmig mit definiertem Abstand zueinander in axialer Richtung, in zueinander konvergierender Richtung oder in zueinander divergierender Richtung auf den Brennraum (25) erstrecken.
21. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 11 oder 12, bei welchem der durch den ersten (10) und den zweiten Druckbeaufschlagungsbereich (11) begrenzte Durchtrittsbereich für die Verbrennungsluft im Gehäuse (2) einen Verbrennungslufteinlass (9) und einen Verbrennungsluftauslass (18) aufweist, welche Bereiche in axialer Richtung des Schiebekolbens (3) versetzt zueinander angeordnet sind, wobei der Verbrennungslufteinlass (9) mittels eines sich von dem ersten Druckbeaufschlagungsbereich (10) erstreckenden, im Gehäuse (2) in dem Führungsabschnitt (5) geführten zylindrischen Kolbenabschnittes (4) je nach Position des Schiebekolbens (3) für die Verbrennungsluft gesperrt oder geöffnet wird.

22. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 21, bei welchem die den Druckbeaufschlagungsbereichen (10, 11) jeweils zugeordneten zylindrischen Kolbenabschnitte (4) bei Verschiebung des Schiebekolbens (3) in jeweilige Kammern (19) im Gehäuse (2) eintauchen, welche Entlüftungsbohrungen (25) aufweisen, über welche beim Eintauchen der zylindrischen Kolbenabschnitte (4) in die jeweilige Kammer (19) unter Druck gesetzte Luft entweicht.
23. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 21 oder 22, bei welchem der Verbrennungslufteinlass (9) und/oder der Verbrennungsluftauslass (18) einen kreisförmigen, länglichen oder elliptischen Querschnitt aufweist bzw. aufweisen.
24. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 23, bei welchem die zylindrischen Kolbenabschnitte (4) in der Art von schmiermittelaufnehmenden Kolben-Ringnuten (21) ausgebildet sind.
25. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 12 oder 13, bei welchem die in eine Ebene projizierten Flächen des ersten (10) und des zweiten Druckbeaufschlagungsbereiches (11) maximal 20 % voneinander verschieden sind.
26. Hochdruckeinlassventil (1) nach Anspruch 12 oder 13 in der Alternative von ungleich groß ausgebildeten Druckbeaufschlagungsbereichen (10, 11) und der Alternative des als Teller-ventil (12) ausgebildeten ersten Druckbeaufschlagungsbereiches (10), bei welchem der Durchtrittsbereich (6) durch das Tellerventil (12) zum Brennraum (25) hin und durch den zylindrischen Kolbenbereich (4) am Schaft (14) zur federbelasteten Seite des Schiebekolbens (3) hin in der Schließposition (7) abgedichtet ist, wobei der zweite Druckbeaufschlagungsbereich (11) des zylindrischen Kolbenabschnittes (4) derart größer ist als der wirksame erste Druckbeaufschlagungsbereich (10) in Form eines Ventiltellers des Tellerventils (12), dass der Ventilteller gegen den Brennraum (25) durch den Verbrennungsluftdruck abdichtet.
27. Hochdruckeinlassventil (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 17, bei welchem der Schiebekolben (3) so ausgebildet ist, dass dieser zumindest am Ende seiner Schließbewegung dem Tellerventil (12) eine radiale Bewegungskomponente verleiht.
28. Verbrennungskraftmaschine mit einem in einem Zylinderkopf (26) angeordneten Hochdruckeinlassventil (1) zum Einlassen von Verbrennungsluft mit hohem Druck in einen Brennraum (25) mit den Merkmalen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18, welches in der Art eines Einlassventils zwischen einer Hochdruckleitung (27) und dem Brennraum (25) ange-

ordnet ist und mittels welchem die Verbrennungsluft von einer Hochdruckleitung (27) über einen Durchtrittsbereich (6) des Hochdruckeinlassventils (1) in den Brennraum (25) einlassbar ist, wobei das Hochdruckeinlassventil (1) bezogen auf die Längsachse des Zylinders (25) im Zylinderkopf (26) stehend angeordnet ist.

29. Verbrennungskraftmaschine mit einem in einem Zylinderkopf (27) angeordneten Hochdruckeinlassventil (1) zum Einlassen von Verbrennungsluft mit hohem Druck in einen Brennraum (25) mit den Merkmalen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, welches in der Art eines Einlassventils zwischen einer Hochdruckleitung (27) und dem Brennraum (25) angeordnet ist und mittels welchem die Verbrennungsluft von einer Hochdruckleitung (27) über einen Durchtrittsbereich (6) des Hochdruckeinlassventils (1) in den Brennraum (25) einlassbar ist, wobei das Hochdruckeinlassventil (1) bezogen auf die Längsachse des Zylinders (25) im Zylinderkopf (26) liegend angeordnet ist.
30. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 28 oder 29, bei welcher der Schiebekolben (3) des Hochdruckeinlassventils (1) mit einer Feder (22) belastet ist und zum Verschieben seines Schiebekolbens (3) aus einer einen Durchtritt von Verbrennungsluft in den Brennraum (25) sperrenden in eine den Durchtritt von Verbrennungsluft in den Brennraum (25) freigebenden Position ein gegen die Federkraft wirkender Nocken einer Nockenwelle vorgesehen ist.
31. Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 28 bis 30, bei welcher das mit einem Druck im Bereich von 2 bis 20 MPa arbeitende Hochdruckeinlassventil (1) derart steuerbar und die Verbrennungsluft derart in den Zylinder (25) einlassbar ist, dass für einen Ladungswechsel bei einem Viertaktmotor kein separater Takt erforderlich ist und dass Gemischbildung im Zylinder (25) über den Druck, mit welchem die Verbrennungsluft über das Hochdruckeinlassventil (1) in den Brennraum (25) eingelassen wird, hinsichtlich der eingespritzten Kraftstoffmenge steuerbar ist.

Fig. 1

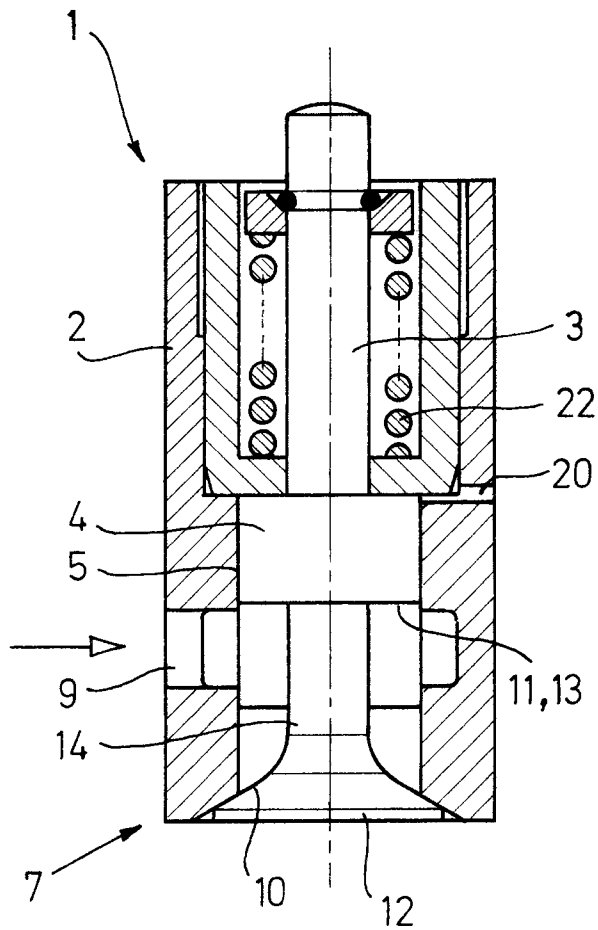


Fig. 2

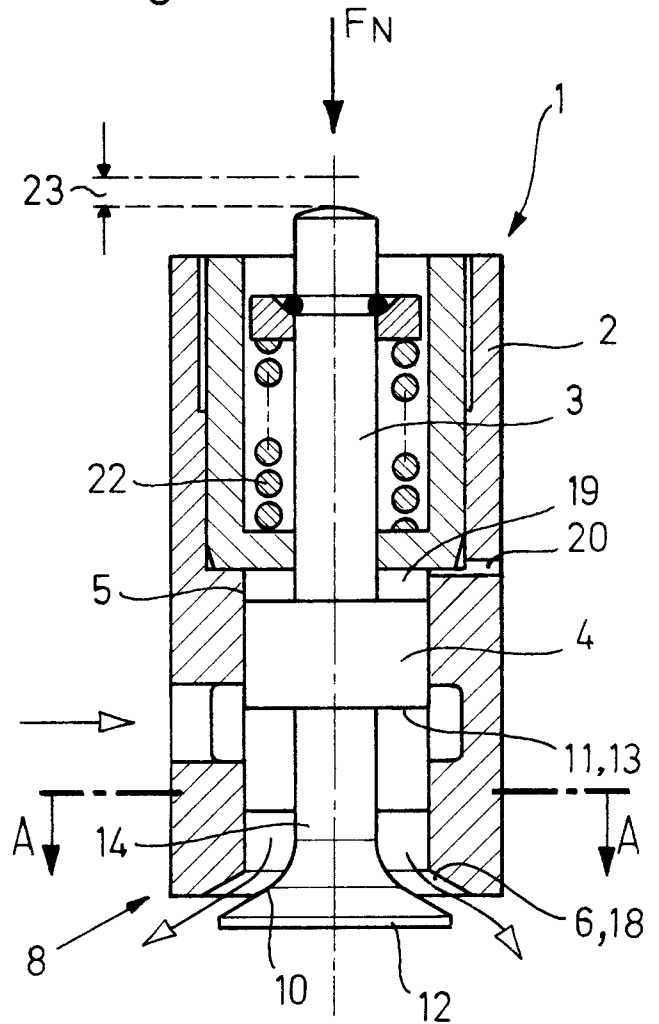


Fig. 3

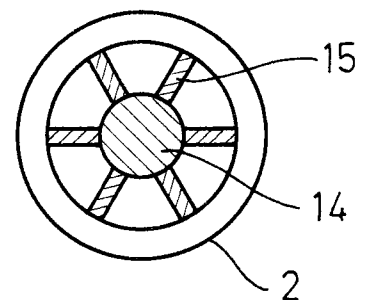


Fig. 4

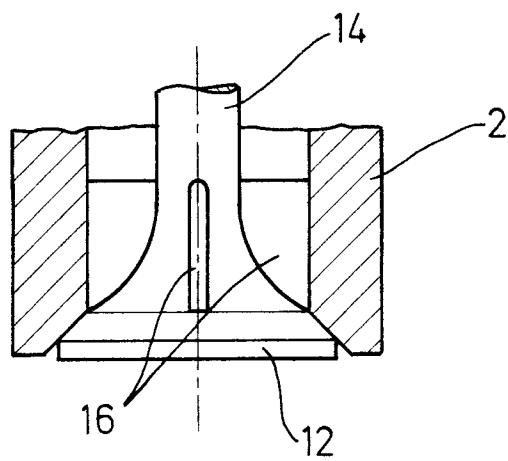


Fig. 5

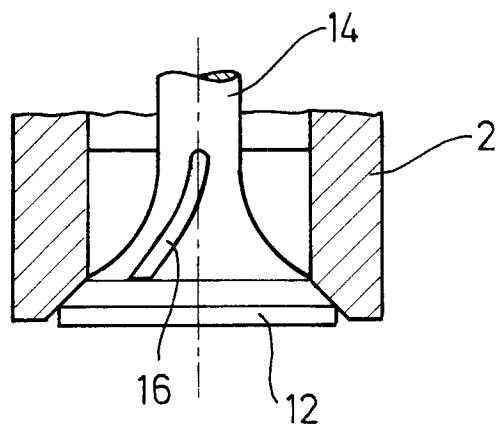


Fig. 6

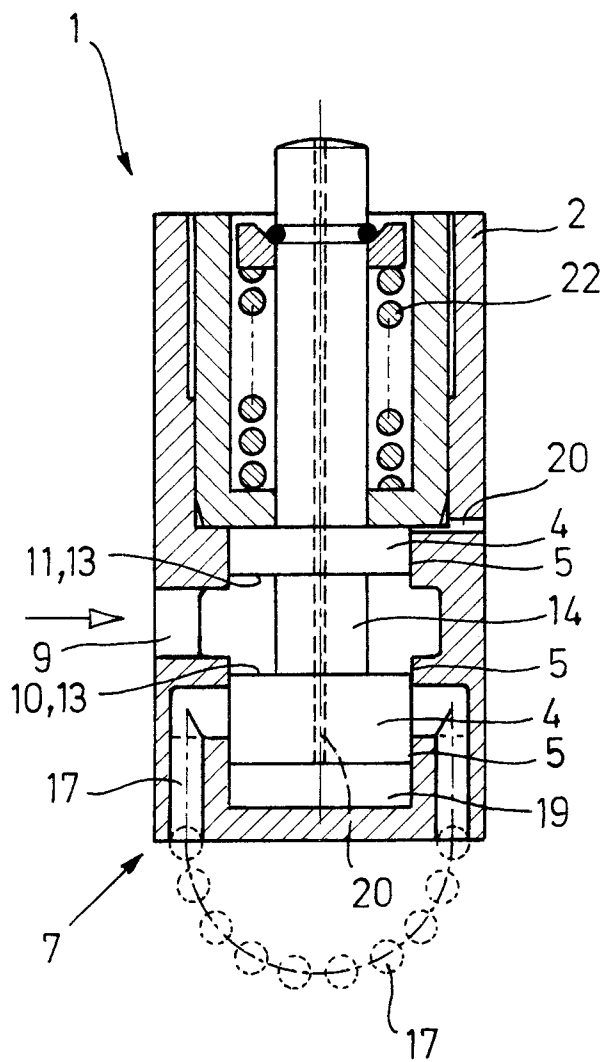


Fig. 7

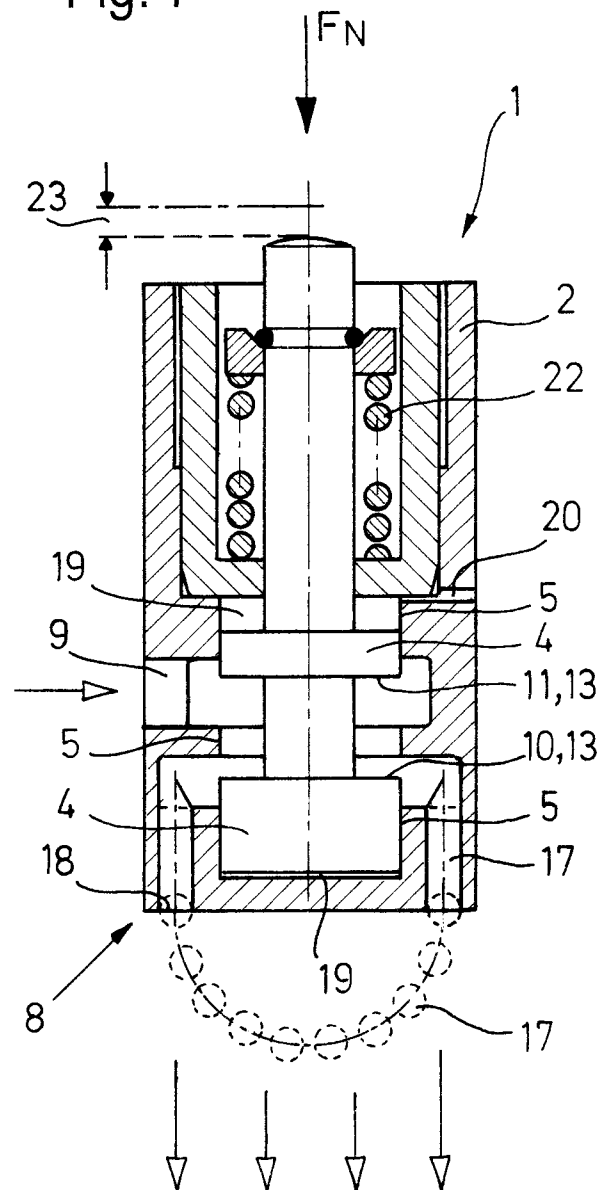


Fig. 8

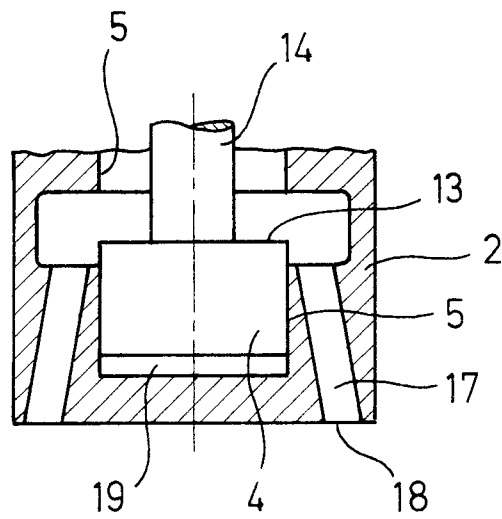


Fig. 9

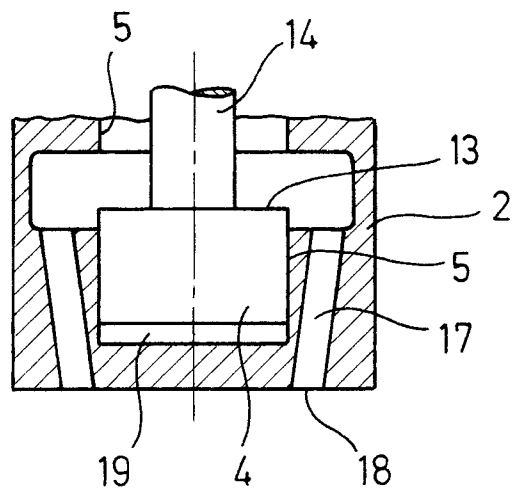


Fig. 10

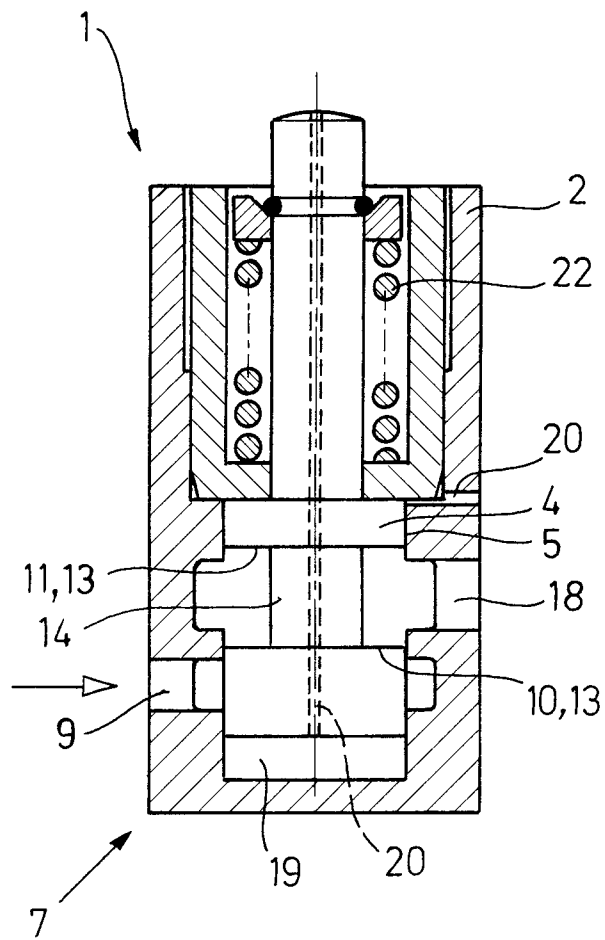
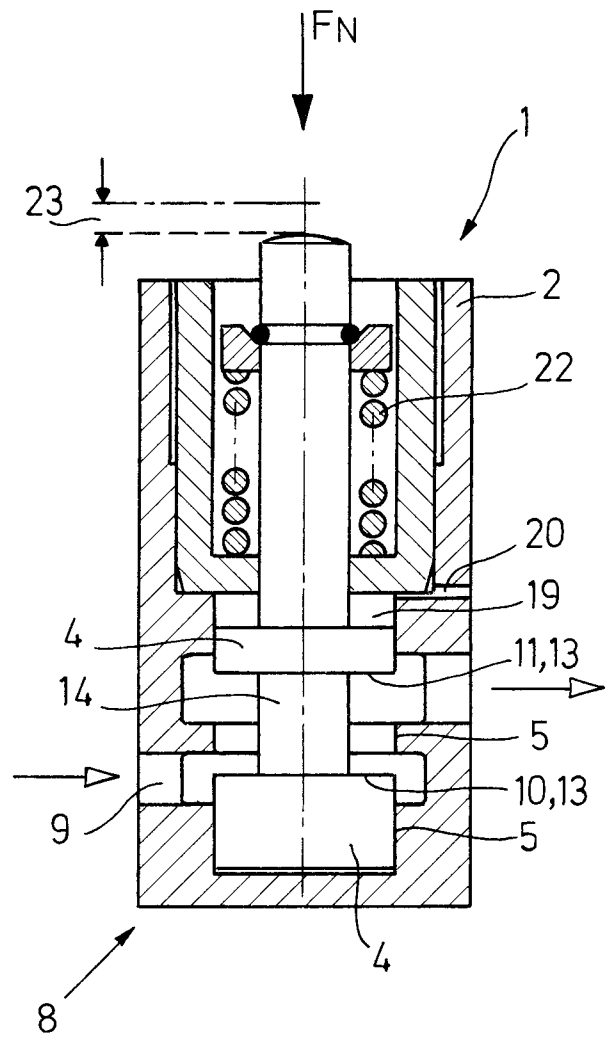


Fig. 11



6 / 12

Fig. 12

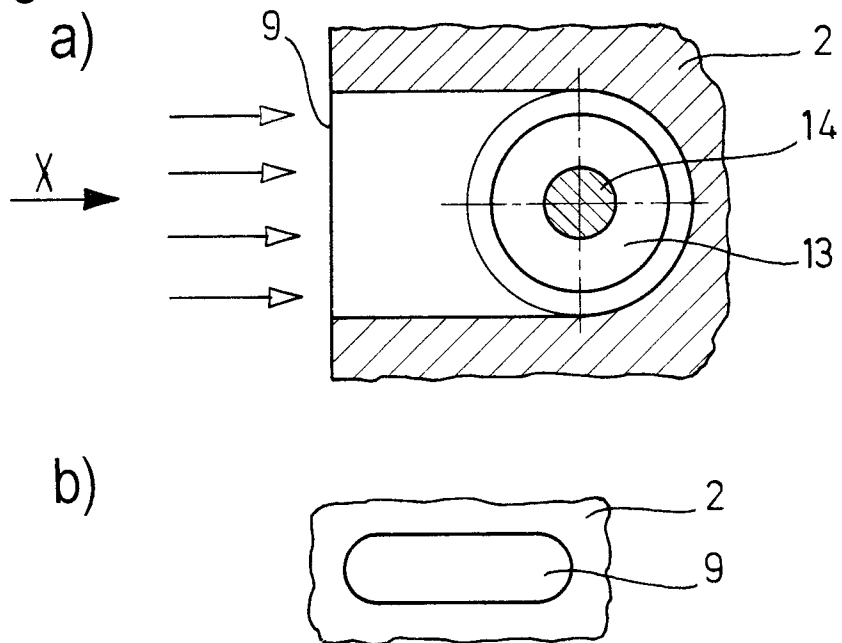


Fig. 13

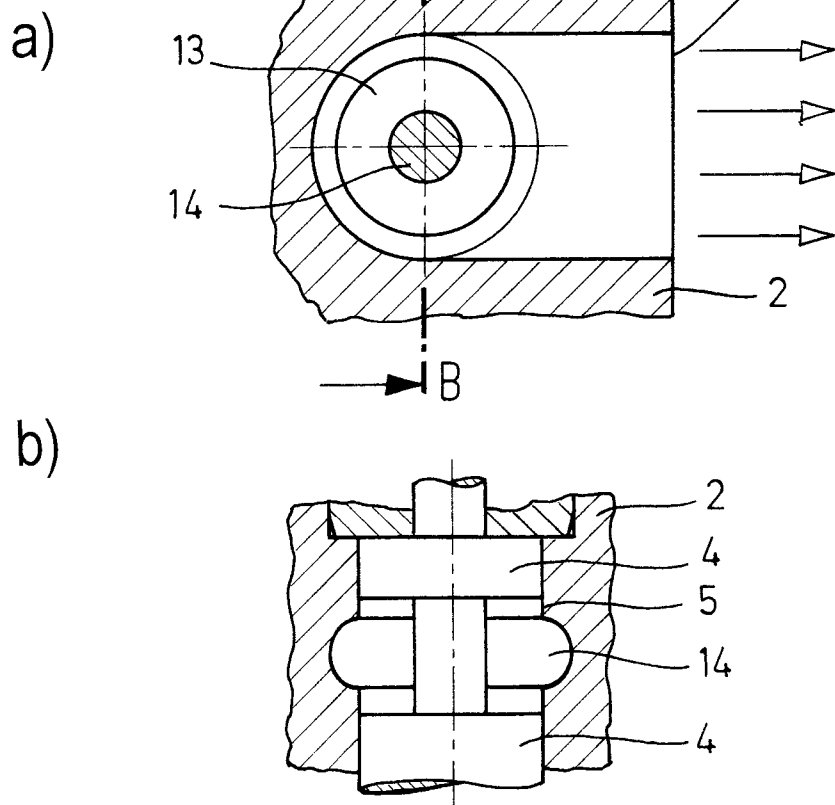
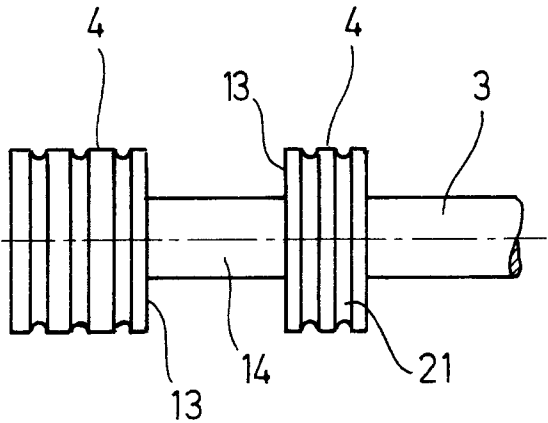


Fig. 14

a)



b)

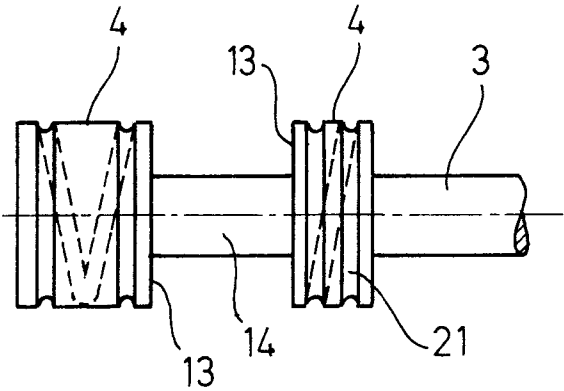


Fig. 15

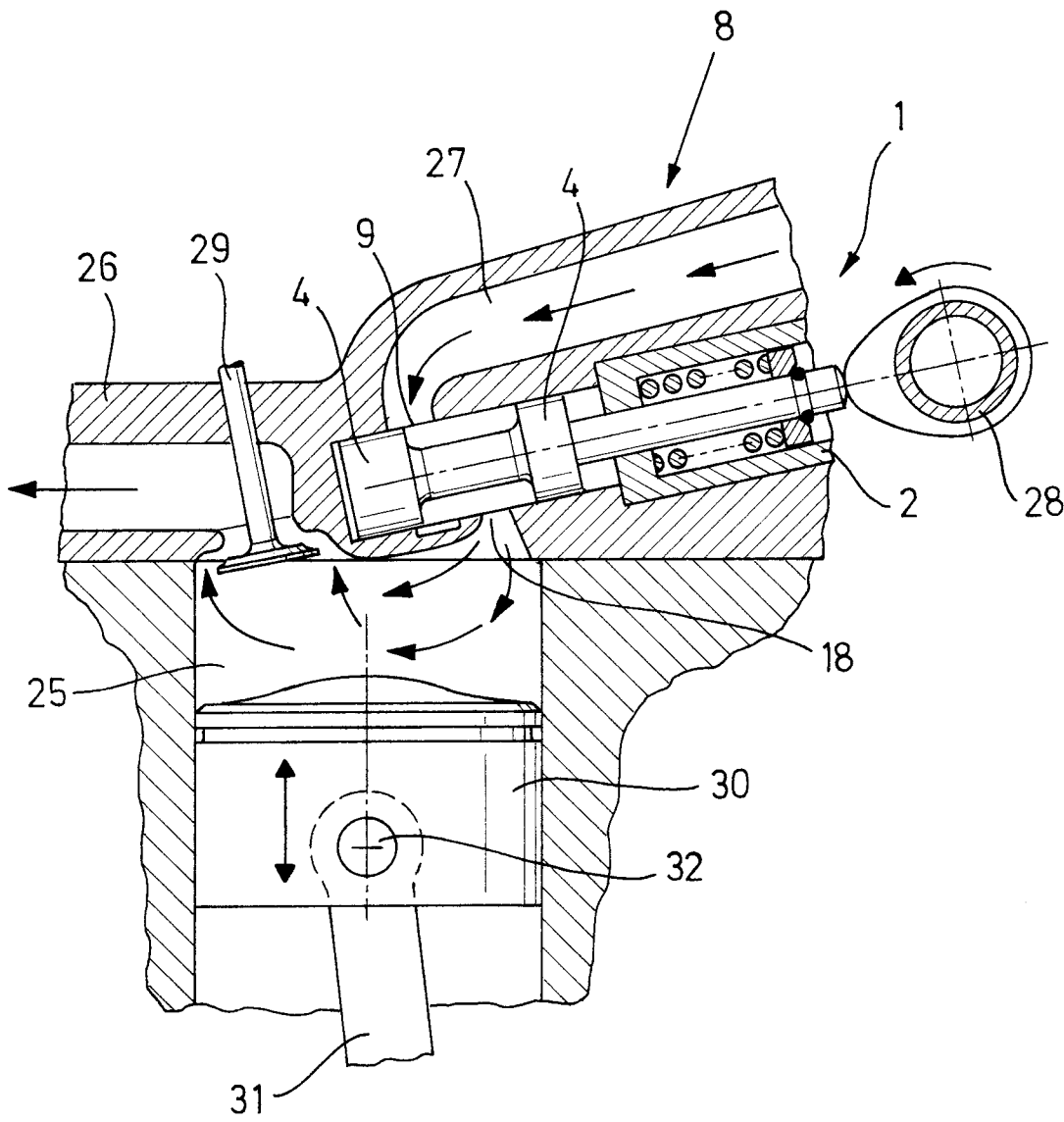


Fig. 16

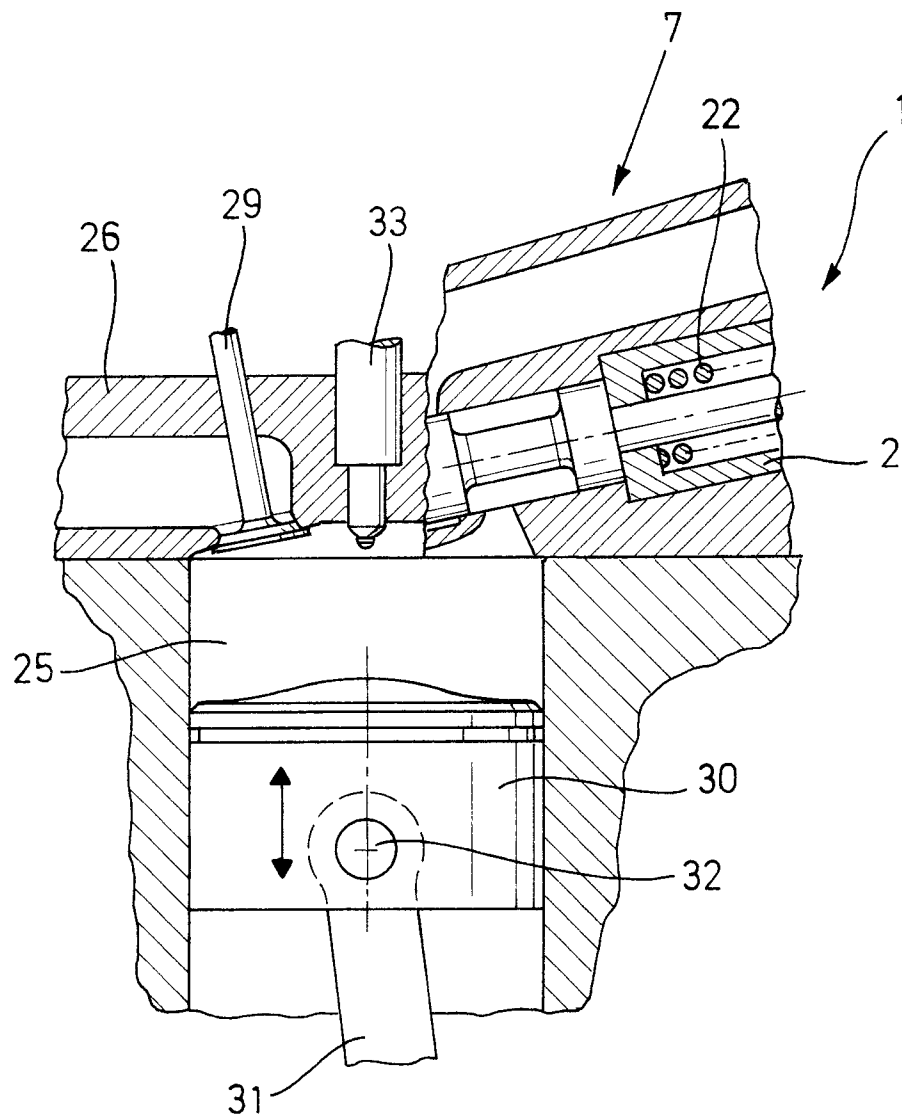


Fig. 17

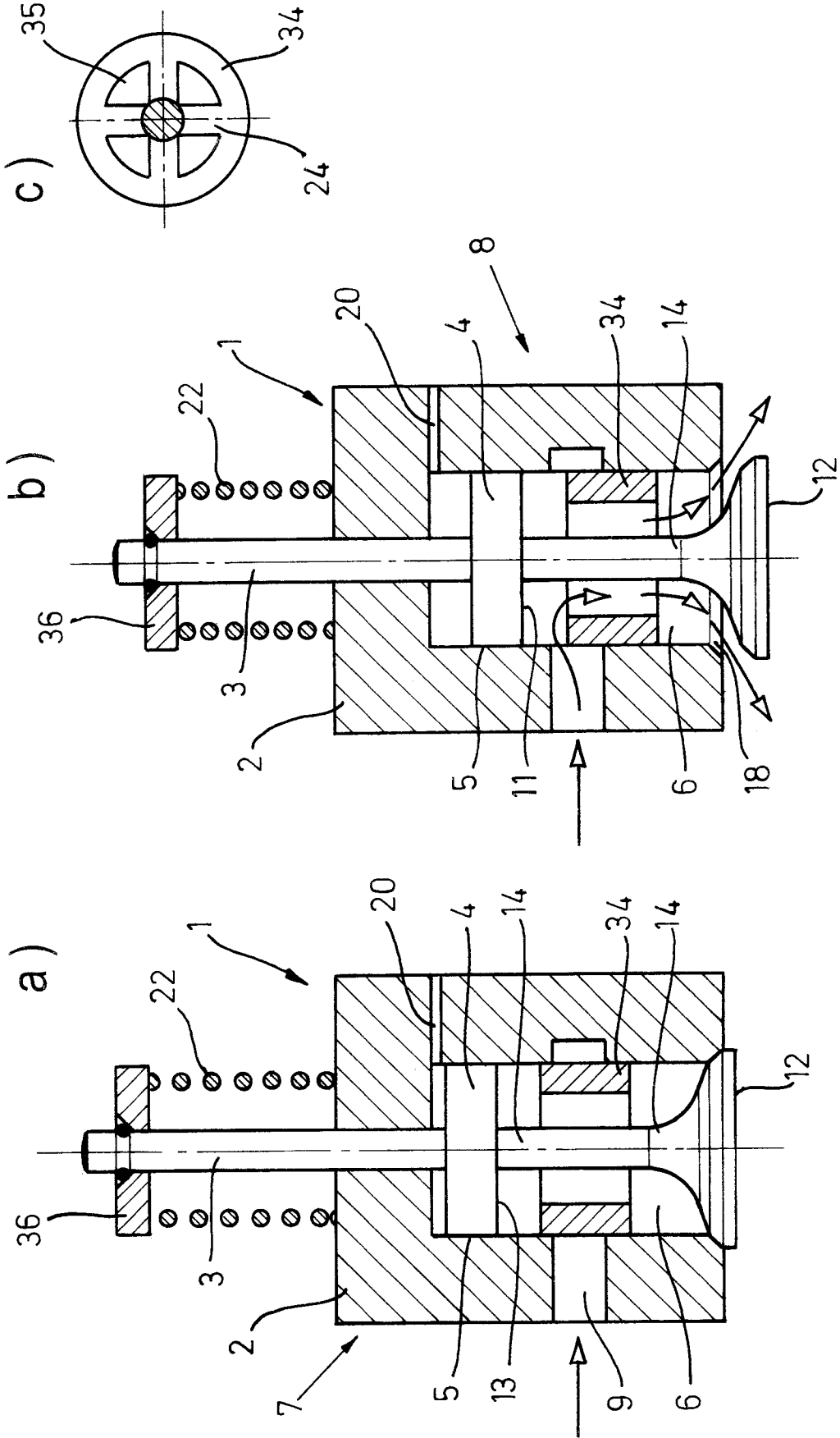


Fig. 18

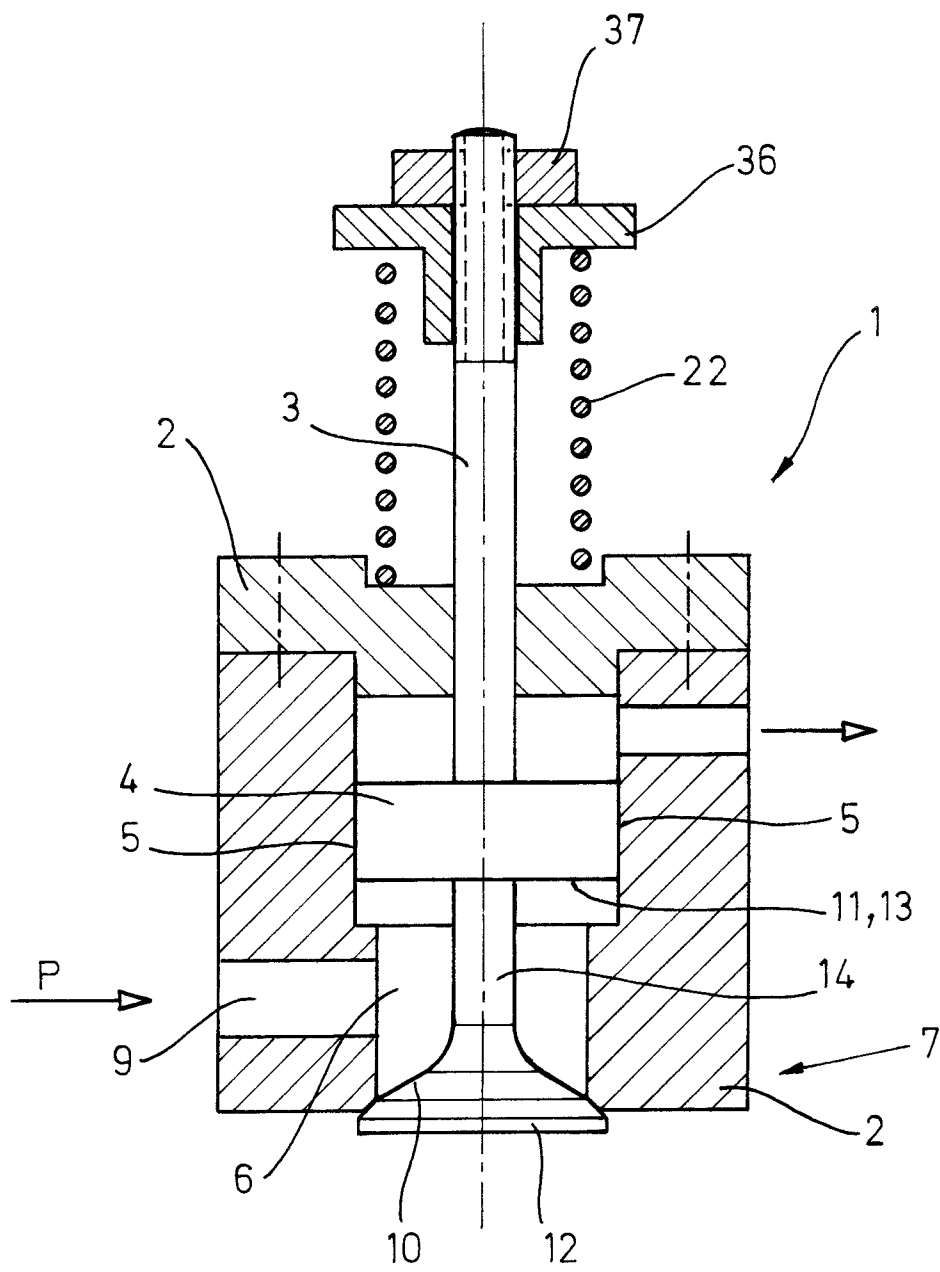


Fig. 19

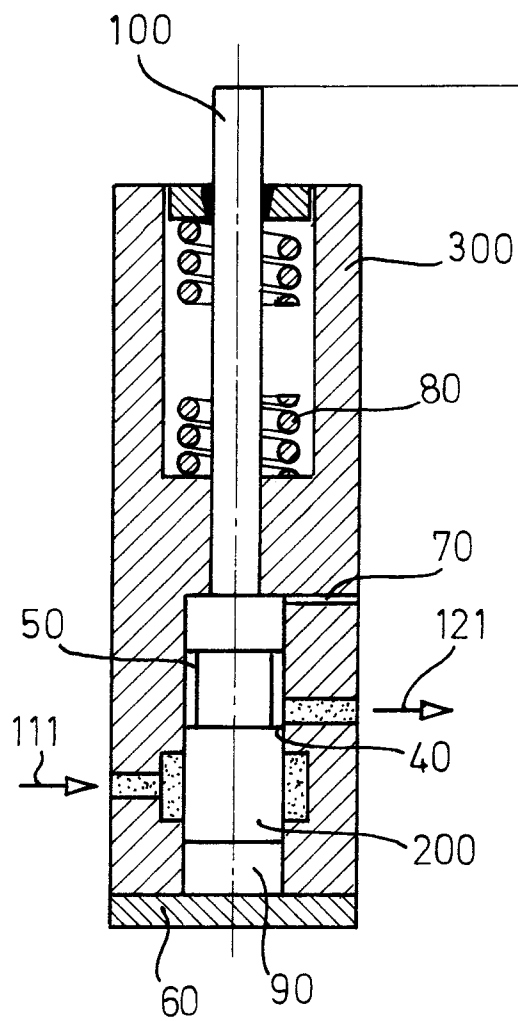


Fig. 20

