



ÖSTERREICH

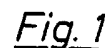
(10) Nummer:

PATENTSCHRIFT

(61) Zusatz zu Patent Nr.: 407 559

(73) Patentinhaber:
AVL GESELLSCHAFT FÜR
VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN UND
MESSTECHNIK M.B.H. PROF.DR.DR.H.C. HANS
LIST
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(57) Eine Einrichtung zum Einbringen von Kraftstoff in den Brennraum (3) einer Brennkraftmaschine weist eine Fördereinrichtung für den Kraftstoff und ein Einblaseventil (2) zum Entnehmen von verdichtetem Gas aus dem Zylinder und zum Einblasen des Gases und des von einer Pumpe (5) geförderten Kraftstoffes in den Zylinder auf. Das Einblaseventil (2) ist mit einem ventilseitigen Raum (18) zur Speicherung des Gases ausgestattet, dessen Ventil (16) den Gasaustausch zwischen dem Brennraum (3) und dem ventilseitigen Raum (18) steuert. Das Einblaseventil (2) weist zusätzlich zum ventilseitigen Raum (18), in welchen Kraftstoff durch die Pumpe (5) über ein Rückschlagventil (32) einspritzbar ist, einen ventilabgewandten Raum (20) auf, wobei das Ventil (16) in Richtung Brennraum (3) der Brennkraftmaschine öffnet und über einen den ventilabgewandten Raum (20) begrenzenden Kolben (14) betätigbar ist, nach Patent Nr. 407.559. Erfindungsgemäß ist die mit dem ventilabgewandten Raum (20) über eine Druckleitung (35) verbundene Pumpe eine Kolbenpumpe (5), deren Pumpenraum über ein Magnetventil (60) mit dem Kraftstofftank (28) in Verbindung steht.



Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Einbringen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einer Fördereinrichtung für den Kraftstoff und einem Einblaseventil zum Entnehmen von verdichtetem Gas aus dem Zylinder und zum Einblasen des Gases und des von einer Pumpe geförderten Kraftstoffes in den Zylinder, wobei das Einblaseventil einen ventiltseitigen Raum zur Speicherung des Gases aufweist, dessen Ventil den Gasaustausch zwischen dem Brennraum und dem ventiltseitigen Raum steuert, wobei das Einblaseventil zusätzlich zum ventiltseitigen Raum, in welchem Kraftstoff durch die Pumpe über ein Rückschlagventil einspritzbar ist, einen ventilabgewandten Raum aufweist, und das Ventil in Richtung Brennraum der Brennkraftmaschine öffnet und über einen den ventilabgewandten Raum begrenzenden Kolben betätigbar ist, wobei der ventiltseitige Raum über das Rückschlagventil mit dem ventilabgewandten Raum in Verbindung steht, in welchen die Pumpe Kraftstoff fördert, wobei der den ventilabgewandten Raum begrenzende Kolben durch den von der Pumpe im ventilabgewandten Raum aufgebauten Kraftstoffdruck betätigt wird, nach Patent Nr. 407.559.

Aufgabe dieser Erfindung ist es, ausgehend vom Stammpatent weitere vorteilhafte Ausführungsvarianten von Einrichtungen zum Einbringen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine vorzuschlagen, welche sowohl den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine verbessern, als auch deren Schadstoffemission verringern.

In Erfüllung dieser Aufgabe ist vorgesehen, dass die mit dem ventilabgewandten Raum über eine Druckleitung verbundene Pumpe eine Kolbenpumpe ist, deren Pumpenraum über ein Magnetventil mit dem Kraftstofftank in Verbindung steht, wobei ein zweites Magnetventil vorgesehen ist, welches in einer zusätzlichen, den Kraftstofftank mit der Druckleitung verbindenden Kraftstoffleitung angeordnet ist, in welcher ein Rückschlagventil angeordnet ist, über welches überschüssige Kraftstoffmengen in den Kraftstofftank zurückfließen. Während durch ein einziges Zweiwegventil die Einblasedauer und die Einspritzmenge dem Zeitpunkt und der Zeitdauer nach miteinander gekoppelt sind, gelingt es mit einem zweiten, unabhängig vom ersten angesteuerten Magnetventil, diese beiden Funktionen zu entkoppeln, was einen Vorteil bei der Abstimmung des Verbrennungsmotors im Hinblick auf geringen Verbrauch und Emission darstellt. Dabei ist in der zusätzlichen Kraftstoffleitung ein Rückschlagventil angeordnet, über welches überschüssige Kraftstoffmengen in den Kraftstofftank zurückfließen.

Es kann auch mit nur einem Magnetventil und der zugehörigen Leistungselektronik eine Entkoppelung der Einblasedauer und der Einspritzmenge erreicht werden, wenn erfindungsgemäß das Magnetventil beispielsweise durch pulslängenmoduliertes Austakten der am Elektromagneten des Magnetventils anliegenden Spannung mit zumindest zwei verschiedenen Stromstärken ansteuerbar ist, wodurch zumindest zwei unterschiedliche Druckniveaus erzielbar sind. Beim niederen Strom- und damit Kraftniveau wird ein Öffnungsdruck erreicht, welcher größer als der Schließdruck des Einblaseventils ist, wodurch dieses bis zu seinem Anschlag öffnet. In weiterer Folge steigt der Druck soweit an, dass die Kraft des Magnetventils nicht mehr ausreicht, die Rücklaufleitung in den Tank zu verschließen und in der Folge die von der Kolbenpumpe geförderte überschüssige Kraftstoffmenge in den Tank zurückfließt. In weiterer Folge wird das Magnetventil mit dem höheren Strom beaufschlagt, wodurch es entgegen dem Kraftstoffdruck in der Leitung wieder schließt. Der Druck steigt nun weiter bis auf einen Wert an, bei dem das Rückschlagventil in der Verbindungsleitung zum Gasspeicher öffnet und die Einspritzung beginnt. Die Einspritzung ist beendet, wenn die Kraft am Magnetventil durch entsprechende Steuerung des Stromes auf ein niederes Druckniveau bzw. Null reduziert wird, wobei in letzterem Fall gleichzeitig die Einblasung beendet wird.

Eine andere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Pumpe eine Kolben- oder Konstantförderpumpe in Verbindung mit einer hydraulischen Dosiereinrichtung ist und dass die Dosiereinrichtung einen in einem Gehäuse geführten Dosierkolben aufweist, welcher in einen im Gehäuse angeordneten, antriebsseitigen Raum und in einen Dosierraum eintaucht. Dabei ist vorgesehen, dass der Dosierkolben zwei die einzuspritzende Kraftstoffmenge definierende Anschläge aufweist, dass der Dosierraum über eine Druckleitung mit dem ventilabgewandten Raum des Einblaseventils und der antriebsseitige Raum über ein Magnetventil mit dem Ausgang der Kolben- oder Konstantförderpumpe verbunden ist, sowie dass zum Füllen des Dosierraumes eine von der Pumpe ausgehende in die Druckleitung mündende und mit einem Rückschlagventil versehene Leitung vorgesehen ist. Die pro Motorzyklus eingespritzte Kraftstoffmenge wird hier durch den Hub des sich zwischen zwei Anschlägen bewegenden Dosierkolbens bestimmt. Eine genaue Dosierung der Kraft-

stoffmenge ist dadurch möglich.

In einer Ausgestaltung dieser Variante ist vorgesehen, dass bei Verwendung einer Rollenzellen- oder Zahnrادpumpe der in den antriebsseitigen Raum der Dosiervorrichtung eintauchende Teil des Dosierkolbens eine größere Druckangriffsfläche A_1 aufweist als jener Teil mit der Fläche A_2 , der den Dosierraum begrenzt, sodass eine hydraulische Verstärkung des Einspritzdruckes im Verhältnis A_1/A_2 erzielbar ist. Die mit der Dosiereinrichtung erzielbare hydraulische Verstärkung ist dabei mit einem Kolben kleineren Durchmessers mit der Fläche A_2 auf der Hochdruckseite und beispielsweise einem Kolben größeren Durchmessers mit der Fläche A_1 auf der Niederdruckseite erreichbar.

Weiters ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der antriebsseitige Raum durch eine den Dosierkolben antreibende, mit Systemdruck beaufschlagte Membran begrenzt ist. Dabei wird der Förderhub des Dosierkolbens durch das Öffnen des Magnetventils in der Zuflussleitung bewerkstelligt.

Erfindungsgemäß kann natürlich auch der antriebsseitige Raum durch eine den Dosierkolben antreibende Membran in eine Ringkammer, in welche die Zuleitung vom Magnetventil mündet und in eine Federkammer zur Aufnahme der Einspritzfeder unterteilt sein.

Eine Steuerung der Einspritzmenge in Abhängigkeit von Maschinenparametern lässt sich erfindungsgemäß einfach dadurch erreichen, dass einer der den Hub des Dosierkolbens begrenzenden Anschläge variabel ist und beispielsweise durch einen mit einem Stellmotor zusammenwirkenden Exzenter realisiert ist.

Eine erfindungsgemäße Weiterbildung sieht vor, dass in der Zuleitung zum antriebsseitigen Raum der Dosiereinrichtung eine vorzugsweise elektrisch betätigbare Durchflussregeleinheit angeordnet ist, über welche die Hubgeschwindigkeit des Ventils im Einblaseventil steuerbar ist. Mit Hilfe einer Durchflussregeleinheit kann die Durchflussrate stufenlos gesteuert werden. Die Einspritzung der jeweils erforderlichen Kraftstoffmenge erfolgt bei kleinen Nadelhubgeschwindigkeiten, d. h., bei Teillast später als bei hohen Nadelhubgeschwindigkeiten (Volllast). Dies ergibt den Vorteil, dass bei hohen Lasten ein Teil des Kraftstoffes direkt im selben Zyklus in den Brennraum gelangt und damit die Innenkühlung erhöht, wogegen bei Teillast der gesamte Kraftstoff im Speicher vorverdampft und damit geringstmögliche Emissionen sicherstellt. Über die Steuerung des Eintrittsimpulses des Gasstrahles in den Brennraum kann auch die Ladungsschichtung gesteuert werden, die ihrerseits einen Einfluss auf das Emissionsverhalten des Motors hat.

Eine anders gestaltete Steuermöglichkeit ist dadurch gegeben, dass der Kolben des Einblaseventils zur Realisierung eines variablen Ventilhubes einen Absatz aufweist, welcher mit der Wand des Gehäuses einen Ringraum bildet, wobei der Absatz in Schließrichtung des Ventils mit Druck beaufschlagbar ist, sowie dass der Ringraum unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils einerseits mit dem ventilabgewandten Raum und andererseits über das Rückschlagventil mit dem ventileitigen Raum in Verbindung steht. Bei dieser Ausführungsvariante ist der Ventilhub des Einblaseventils proportional zur eingespritzten Kraftstoffmenge variabel (Simultansteuerung). Dies ergibt im Vergleich zu den Ausführungen ohne variablen Ventilhub Vorteile im Bezug auf den Betrieb des Motors bei geringen Lasten bzw. bei Volllast.

Weiters kann vorgesehen sein, dass der Kolben des Einblaseventils zur Realisierung eines variablen Ventilhubes einen Absatz aufweist, welcher mit der Wand des Gehäuses einen Ringraum bildet, wobei der Absatz in Öffnungsrichtung des Ventils mit Druck beaufschlagbar ist, sowie dass der Ringraum unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils einerseits mit der Druckleitung und andererseits über das Rückschlagventil mit dem ventileitigen Raum in Verbindung steht. Bei dieser Ausführung erfolgt die Einspritzung in den Gasspeicher am Ende der Aufladephase des Gasspeichers während des Schließvorganges des Ventils im Einblaseventil. Zu dieser Zeit strömt Gas vom Brennraum in den Speicher, sodass der eingespritzte Kraftstoff bis zum nachfolgenden Zyklus im Speicher verbleibt.

Zum Schutz der Ventildfeder im Einblaseventil kann in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass eine Druck- oder Zugfeder des Einblaseventils in einer vom ventileitigen Raum durch eine Zwischenwand getrennten Federkammer angeordnet ist, wobei die Zwischenwand eine Öffnung für den Ventilschaft aufweist.

Es liegt jedoch durchaus im Bereich der Erfindung, dass zum Schließen des Ventils ausschließlich der den Ventilquerschnitt beaufschlagende Gasdruck im Brennraum der Brennkraftmaschine dient. Eine Feder bzw. Federkammer kann dadurch entfallen.

Als weitere Vereinfachung der erfindungsgemäßen Einrichtung wird vorgeschlagen, dass die Dosiereinrichtung und der Dosierraum im Gehäuse des Einblaseventils angeordnet sind, dass der Dosierkolben koaxial zum Kolben des Einblaseventils angeordnet und mit diesem im Eingriff steht, dass der ventilabgewandte Raum des Einblaseventils gleichzeitig als antriebsseitiger Raum der Dosiereinrichtung dient, dass der Dosierraum einerseits über ein Reduzierventil mit dem ventilabgewandten Raum und andererseits über ein Rückschlagventil mit dem ventileitigen Raum in Verbindung steht, sowie dass der ventilabgewandte Raum mit der Kraftstoffzuleitung aus der Druckerzeugungseinheit verbunden ist. Einblaseventil und Dosiereinrichtung bilden in dieser Ausführungsvariante eine Einheit, deren Kolben miteinander im Eingriff stehen.

Dabei kann erfindungsgemäß die Druckerzeugungseinheit aus einer Konstantförderpumpe, einer nachgeschalteten elektronisch angesteuerten Durchflussregleinheit, sowie einem pumpenaustrittsseitig angeordneten Druckbegrenzungsventil bestehen, wobei ein Dreiwegmagnetventil vorgesehen ist, welches den ventilabgewandten Raum in einer Stellung mit der Durchflussregleinheit und in einer anderen Stellung mit einer Rückflussleitung in den Kraftstofftank verbindet. Bei dieser Ausführungsvariante erreicht das Ventil nur bei annähernd Volllast seinen Anschlag, während es bei Teillast, abhängig von der Ventilhubgeschwindigkeit, nur einen Teil seines Weges zurücklegt. Der Ventilhub ist der eingespritzten Kraftstoffmenge proportional und die Einspritzung erfolgt während der Schließbewegung des Ventils.

Zur Begrenzung der maximalen Hubgeschwindigkeit bzw. der maximalen Schließgeschwindigkeit des Ventils wird vorgeschlagen, dass in der Leitung zwischen der Durchflussregleinheit und dem Dreiwegmagnetventil, sowie in der Rückflussleitung zum Kraftstofftank jeweils eine fixe Drossel angeordnet ist.

In einer Ausgestaltung der obengenannten Ausführungsvariante kann anstelle der seriell geschalteten Durchflussregleinheit eine parallel zur Konstantförderpumpe angeordnete elektronisch gesteuerte Druckregleinheit angeordnet sein.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der ventilabgewandte Raum des Einblaseventils durch eine normal zur Ventilachse angeordnete Membran in zwei Membranräume unterteilt ist, sowie dass der Dosierkolben und das Einblaseventil antriebsmäßig mit der Membran verbunden sind, wobei der ventileitige Membranraum über eine eigene, von der Konstantförderpumpe ausgehende Druckleitung mit Druck beaufschlagbar ist. Diese Maßnahme ersetzt in vorteilhafter Weise die Schließfeder im Einblaseventil, wobei bei einem Mehrzylindermotor automatisch eine Gleichstellung der Schließkraft aller Ventile, unabhängig von Toleranzen der Federkräfte, erreicht wird. Dies ist auch von großer Bedeutung zur Erreichung gleicher Einspritzmengen für alle Zylinder.

Zum Schutz einer Dichtung, welche am Schaft des Ventils gegen den Gasdruck im Gasspeicher abdichtet, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die in den ventileitigen Raum des Einblaseventils führende Verbindungsleitung in einen konzentrisch zum Ventilschaft angeordneten Ringspalt mündet, aus welchem der Kraftstoff in Richtung Ventil in den Gasspeicher austritt.

Schließlich kann als besonders einfache Ausgestaltung eines Einblaseventils der ventilabgewandte Raum mit dem ventileitigen Raum über einen durchgehenden zum Ventilschaft konzentrisch angeordneten Ringspalt verbunden sein, wobei in einer Erweiterung des Ringspaltes eine den Ventilschaft umschließende Dichtung mit einem Vorspannelement, z.B. einer Schlauchfeder als Rückschlagventil, angeordnet ist. Diese Dichtung dichtet den Ventilschaft von unten nach oben, also vom ventileitigen Raum zum ventilabgewandten Raum gegen einen hohen Druck und von oben nach unten gegen einen wesentlich geringeren Druck ab.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen zum Teil in schematischer Darstellung: Fig. 1 eine Einrichtung gemäß der Erfindung, die Fig. 2, 4, 4a, 5, 6, 8, 10, 12 und 14 Ausführungsvarianten nach Fig. 1, Fig. 3 ein Diagramm über den Spannungs- (U) bzw. Kraftverlauf (F), aufgetragen gegen den Kurbelwinkel α der Ansteuerung eines Magnetventils nach Fig. 1, die Fig. 4b, 7, 9, 11 und 13 Diagramme, welche den Nadelhubs bzw. die Einspritzmenge β in Abhängigkeit des Kurbelwinkels α darstellen, Fig. 15 ein erfindungsgemäßes Einblaseventil im Detail, Fig. 16 eine Ausführungsvariante des Einblaseventils nach Fig. 15 sowie Fig. 17 ein Detail aus Fig. 16.

Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsvariante eines Systems mit Kolbenpumpe und konstantem Nadelhub zeigt ein an den Brennraum 3 einer weiter nicht dargestellten Brennkraftmaschine

angeschlossenes Einblaseventil 2, dessen dem Ventil 16 zugewandter Raum 18 gleichzeitig als Gasspeicher 4 dient. Das Einblaseventil 2 besteht aus einem Gehäuse 13, in welchem der durch die Feder 15 in Schließrichtung belastete Kolben 14 axial gleitbar gelagert ist. Die Feder kann auch entfallen, wenn bei entsprechender Auslegung der wirksamen Flächen des Kolbens und des Ventils der im Gasspeicher herrschende Gasdruck das Ventil selbsttätig schließt. Das in den Brennraum 3 öffnende Ventil 16 ist durch den Schaft 17 mit dem Kolben 14 verbunden. Der ventilabgewandte Raum 20 oberhalb des Kolbens 14 steht über eine Verbindungsleitung 37, welche ein Rückschlagventil 32 aufweist, mit dem Gasspeicher 4 in Verbindung.

Die über die Druckleitung 35 mit dem Raum 20 des Einblaseventils 2 verbundene Druckerzeugungseinheit, eine Kolbenpumpe 5, besitzt einen im Pumpenzylinder 22 gleitbar angeordneten Plunger 23, der von einer Feder 24 gegen den ihn antreibenden Nocken 25 belastet ist. Der Nocken 25 bzw. dessen Nockenwelle 26 wird von der Brennkraftmaschine in bekannter Weise angetrieben. Der über die Leitung 29 aus dem Kraftstofftank 28 angesaugte Kraftstoff gelangt über ein Magnetventil 60 in den Pumpenzylinder 22.

Fig. 1 stellt eine Abwandlung des im Stammpatent 407.559 dargestellten Systems dar. Vorteilhafterweise entfällt auch hier das Entnahmeventil und der Kraftstoff wird direkt in den Gasspeicher 4 des Einblaseventils 2 eingespritzt. Die Gasentnahme aus dem Brennraum 3 erfolgt durch das Einblaseventil 2 selbst, indem dieses eine entsprechend lange Zeit nach Beendigung des Einblasevorganges offengehalten wird.

Fig. 2 stellt eine Variante von Fig. 1 dar, in welcher durch die gemeinsame Steuerung der Einblasedauer (= Öffnungsdauer des Einblaseventils) und der Einspritzmenge durch ein einziges Zweiwegmagnetventil 60 die Einblasedauer und die Einspritzmenge dem Zeitpunkt und der Zeitdauer nach miteinander gekoppelt werden. Mit der Einrichtung nach Fig. 2 gelingt mittels eines zweiten, unabhängig vom ersten angesteuerten Magnetventil 61, welches in einer zusätzlichen, den Kraftstofftank 28 mit der Druckleitung 35 verbindenden Leitung 62 angeordnet ist, eine Entkopplung, was einen Vorteil bei der Abstimmung des Verbrennungsmotors im Hinblick auf geringen Verbrauch und günstige Emissionswerte darstellt.

Der Öffnungsdruck des Einblaseventils 2 sei mit p_1 , jener eines Rückschlagventils 63 in der Leitung 62 mit p_2 und der des Rückschlagventils 32 mit p_3 bezeichnet. Zu Beginn des Einblasevorganges schließt das Magnetventil 60 und das Ventil 61 bleibt offen. Beim Erreichen des Druckes p_1 am Einblaseventil 2 öffnet dieses bis der Kolben 14 an seinem Anschlag anliegt. Daraufhin steigt der Druck weiter bis auf p_2 an, wodurch das Rückschlagventil 63 öffnet und die überschüssige Kraftstoffmenge in den Tank zurückfließt. Der Beginn des Einspritzvorganges in den Gasspeicher 4 wird durch das Schließen des Magnetventils 61 eingeleitet, wodurch der Druck in der Einspritzleitung bis auf p_3 ansteigt und das Rückschlagventil 32 öffnet. Die Einspritzung allein wird entweder durch das Öffnen von Ventil 61 oder gemeinsam mit der Einblasung durch das Öffnen von Ventil 60 beendet. Die Mengenzumessung erfolgt durch die Schließdauer des Magnetventils 61, sowie durch den in dieser Zeit erfolgten Nockenhub der Einspritzpumpe 5.

Das Diagramm in Fig. 3 stellt einen variablen Spannungsverlauf U bzw. den resultierenden Kraftverlauf F an einem Magnetventil dar, mit welchem man die Vorteile der Ausführungen nach Fig. 1 und 2 kombinieren kann. Durch die spezielle Art der Ansteuerung des Magnetventils 60 in Fig. 1 kann man auch mit nur einem Magnetventil und dazugehöriger Leistungselektronik eine Entkopplung der Einblasedauer und der Einspritzdauer und damit der Mengenzumessung erreichen. In Bezugnahme auf Fig. 1 wird das Magnetventil 60 mit zwei verschiedenen Stromstärken angesteuert. Dies kann auf verschiedene Art und Weise geschehen, z.B. durch pulslängenmoduliertes Austakten der am Elektromagneten anliegenden Spannung. Dadurch werden am Magnetventil 60 zwei verschiedene Kraftniveaus F_1 und F_2 erzielt. Beim niederen Strom- und damit Kraftniveau F_1 wird ein Öffnungsdruck, der größer als der Druck p_1 ist erreicht, wodurch das Einblaseventil 2 bis zu seinem Anschlag öffnet. In weiterer Folge steigt der Druck so weit (auf p_2) an, dass die Kraft des Magnetventils nicht mehr ausreicht, die Rücklaufleitung in den Tank 28 zu verschließen und in der Folge die von der Kolbenpumpe 5 geförderte Kraftstoffmenge in den Tank zurückfließt. In weiterer Folge wird das Magnetventil 60 mit dem höheren Strom beaufschlagt, wodurch es entgegen dem Kraftstoffdruck in der Leitung wieder schließt. Der Druck steigt nun weiter bis auf den Wert p_3 an, bei dem das Rückschlagventil 32 öffnet und die Einspritzung beginnt. Die Einspritzung ist beendet, wenn die Kraft am Magnetventil 60 durch entsprechende Steuerung des Stromes auf F_1 bzw. 0

reduziert wird, wobei in letzterem Fall gleichzeitig die Einblasung beendet wird.

Fig. 4 stellt in Abwandlung des Systems nach Fig. 1 ein System mit Niederdruckantrieb und konstantem Nadelhub dar. Anstatt der Hochdruck-Stempelpumpe 5 wird eine Konstantförderpumpe 5', z.B. in bekannter Art und Weise eine Rollenzellen- oder Zahnrادpumpe in Verbindung mit einer hydraulischen Verstärker- und Dosiereinrichtung 64 verwendet. Die Dosiereinrichtung 64 weist einen in einem Gehäuse 65 geführten Dosierkolben 66 auf, der das Gehäuse in einen antriebsseitigen Raum 67 und in einen Dosierraum 68 unterteilt. Die hydraulische Verstärkung resultiert aus einem Kolben kleineren Durchmessers mit der Fläche A_2 auf der Hochdruckseite und einer elastischen Membran oder einem Kolben größeren Durchmessers mit der Fläche A_1 auf der Niederdruckseite. Der Dosierkolben 66 und die Membran 69 sind miteinander verbunden. Dieser Verband bewegt sich zwischen einem festen und einem variablen Anschlag 70, wobei der variable Anschlag, wie dargestellt, auf der Niederdruckseite oder aber auch auf der Hochdruckseite liegen kann. Der Weg zwischen den Anschlägen steht zur einzuspritzenden Kraftstoffmenge im Verhältnis. Die hydraulische Verstärkung übersetzt den von der Konstantförderpumpe 5' erzeugten Druck, typischerweise 2 bis 8 bar, im Verhältnis $A_1/A_2/A_4$ auf den für das vorliegende Kraftstoffeinblasesystem benötigten Druck von ca. 10 bis 40 bar, wobei A_4 den Querschnitt des hydraulischen Kolbens 14 zur Betätigung des Einblaseventils 2 darstellt. Die pro Zyklus eingespritzte Kraftstoffmenge wird durch den sich mit variablem Hub einmal pro Zyklus hin- und herbewegenden Dosierkolben 66 bewerkstelligt. Der variable Hubanschlag wird z.B. durch einen Exzenter 70 oder eine Nocke verwirklicht, der durch einen Stellmotor mit Stellungsrückmeldung oder durch einen Schrittmotor mit elektronischer Ansteuerung verdreht wird.

Die Druckübersetzungs- und Dosiereinrichtung 64 sowie der Einblasevorgang wird durch ein Dreiweg-Magnetventil 71 gesteuert, welches von einer entsprechenden Steuerelektronik angesteuert wird. Das Magnetventil 71 öffnet eine Leitung 72 zu einer den Dosierkolben 66 umgebenden durch die Membran 69 begrenzten Ringkammer 73, wobei der von der Pumpe 5' über das Druckhalteventil 74 erzeugte Systemdruck den Dosierkolben 66 entgegen der Federkraft der Einspritzfeder 78 gegen den variablen Anschlag 70 (Saughub) bewegt. Gleichzeitig wird über ein in der Leitung 75 angeordnetes Rückschlagventil 76 die Druckleitung 35 und der Dosierraum 68 mit Kraftstoff gefüllt. Beim anschließenden Schließen des Magnetventils 71 wird die von der Membran 69 begrenzten Ringkammer 73 über eine Rücklaufleitung 77 in den Tank 28 entlastet, wobei die im Gehäuse 65 angeordnete Einspritzfeder 78 den Dosierkolben 66 in Förderrichtung (Förderhub) bewegt. Zu Beginn dieser Bewegung wird bei Überschreiten des Öffnungsdruckes am Einblaseventil 2 dieses - über die geförderte Kraftstoffmenge - bis zu seinem Anschlag geöffnet. In der Folge steigt der Druck weiter an und es wird bei Überschreiten des Öffnungsdruckes des Rückschlagventils 32 die restliche noch zu fördernde Kraftstoffmenge in den Gasspeicherraum 4 des Einblaseventils 2 eingespritzt. Die zur Öffnung des Einblaseventils benötigte Kraftstoffmenge ist bei konstantem Ventilhub für jeden Zyklus konstant, sodass über den variablen Hubanschlag des Dosierkolbens 66 nur die Einspritzmenge variiert wird (Folgesteuerung).

In einer weiteren, in Fig. 4a dargestellten, Ausführung, mündet die Leitung 72 an der dem variablen Hubanschlag 70 zugewandten Seite der Membran 69 in den Raum 67. Der Förderhub wird nun durch Öffnen des Ventils 71 bewerkstelligt, wogegen das Entlasten über die Leitung 77 den Saughub auslöst. Die Feder 78 kann in diesem Fall entfallen. Die Rückwärtsbewegung des Dosierkolbens 66 wird durch die Beaufschlagung des Raumes 68 mit Systemdruck sichergestellt.

Das Einblaseventil 2 schließt hier durch den Kraftstoffdruck auf die dem Ventil 16 zugewandte Ringfläche 99. Das Rückschlagventil 32 bleibt dabei solange geschlossen, bis das Einblaseventil 2 auf seinem Ventilsitz aufliegt. Der Druck in der Leitung 37 steigt nun weiter über den Öffnungsdruck p_3 an, sodass das Rückschlagventil 32 öffnet und Kraftstoff in den Gasspeicher 4 gefördert wird. Dieser Vorgang ist beendet, wenn der Dosierkolben 66 seinen hochdruckseitigen Endanschlag erreicht hat. Diese Stellung ist die Ruhe- oder Ausgangsstellung des Systems.

Der Einblasevorgang beginnt mit der Entlastung des Niederdruckraumes 67 über das Dreiwegmagnetventil 71. In der Rücklaufleitung 77 in den Tank 28 ist eine z.B. elektronisch gesteuerte Durchflussregleinheit 100 vorgesehen, die die Ventilöffnungsgeschwindigkeit des Einblaseventils 2 kontrolliert. Der Öffnungsvorgang des Einblaseventils wird von der in dem Ventil 16 abgewandten Federkammer 85' sitzenden Druckfeder 15 bewerkstelligt, die gleichzeitig auch für eine Rückstellung des Dosierkolbens 66 sorgt, wobei die Einspritzmenge über das Rückschlagventil 76 von der

Pumpe 5' in die Hochdruckleitung nachgeführt wird. Die Dosiereinrichtung 64 kommt in dieser Ausführung ohne Feder aus.

Der Nadelhub- S und Einspritzmengenverlauf β ist in Fig. 4b dargestellt. Der Vorteil dieses Systems gegenüber jenem in Fig. 4 besteht darin, dass die Einspritzung erst nach Beendigung des Einblasevorganges erfolgt und dass durch die gegebene Konstellation der Druck- und Flächenverhältnisse ein etwas geringeres Druckniveau auf der Hochdruckseite eingehalten werden kann, wodurch die Leistung der Kraftstoffpumpe reduziert werden kann.

Anstatt der dargestellten Niederdruck-Versorgungseinheit mit einer Konstantförderpumpe kann auch eine Hochdruckeinheit mit einer Kolbenpumpe verwendet werden, wodurch der Druckverstärker entfällt. Weiterhin kann auch eine unzeitig fördernde Hochdruckstempelpumpe mit elektronischem Steuereingriff verwendet werden. Die Ventilhubgeschwindigkeit wird dabei in allen Fällen durch die in der Rücklaufleitung 77 befindliche Durchflussregeleinheit 100 geregelt.

Unter "Hochdruck" werden dabei in allen erwähnten Fällen Drücke über 10 bar verstanden.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus einer Vereinfachung der Einrichtung nach Fig. 4. So können die Membran 69 oder ein allfälliger Kolben mit der Fläche A_1 und die den Dosierkolben treibende Feder 78 entfallen, wenn das benötigte hydraulische Übersetzungsverhältnis durch einen entsprechenden Querschnitt A_4 des Kolbens 14 im Einblaseventil 2 sichergestellt wird, wie in Fig. 5 dargestellt ist. Der Dosierkolben 66 mit der Fläche A_2 hat in diesem Fall ausschließlich eine Dosierfunktion. Das Ventil 16 des Einblaseventils 2 beginnt sich bei dieser Ausführung dann zu heben, wenn das Dreiweg-Magnetventil 71 die Leitung von der Konstantförderpumpe 5' zum Dosierkolben freigibt. Das Ventil 16 bewegt sich in der Folge bis zu seinem Hubanschlag im Ventilkörper. Die darauf folgende Einspritzphase wird ebenso wie die Offenhaltungsdauer des Einblaseventils 2 durch Umschalten des Dreiwegventils 71 beendet, wobei der Raum 67 in die Rücklaufleitung 77 zum Tank 28 entlastet wird. Anschließend wird die Druckleitung 35 über das Rückschlag- und in diesem Falle auch Druckreduzierventil 76 gefüllt und der Dosierkolben 66 in seine Ausgangsstellung zurückgeschoben. Der Druckabfall über das Ventil 76 bzw. dessen Öffnungsdruck muß bei dieser Ausführung so groß sein, dass das Einblaseventil 2 durch den Fülldruck mit Sicherheit nicht geöffnet wird.

In Fig. 6 ist eine Variante der Einrichtung nach Fig. 5 dargestellt. Mit Hilfe einer von einer nicht dargestellten Steuereinheit kontrollierten Durchflussregeleinheit 79 kann die Nadelhubgeschwindigkeit gesteuert werden, wie in Fig. 7 für die Durchflussraten α , β und γ dargestellt ist. Die Einspritzung der jeweils erforderlichen Kraftstoffmenge erfolgt bei kleinen Nadelhubgeschwindigkeiten (Teillast) später als bei hohen Nadelhubgeschwindigkeiten (Vollast). Dies ergibt den Vorteil, dass bei hohen Lasten ein Teil des Kraftstoffes direkt im selben Zyklus in den Brennraum gelangt und damit die Innenkühlung erhöht, wogegen bei Teillast der gesamte Kraftstoff im Speicher vorverdampft und damit geringstmögliche Emissionen sicherstellt. Weiters dient die variable Nadelhubgeschwindigkeit der Steuerung des Eintrittsimpulses des Gasstrahls in den Brennraum und damit der Steuerung der Ladungsschichtung, die ihrerseits einen Einfluss auf das Emissionsverhalten des Motors hat.

In Fig. 8 ist eine Ausführung des Einblasesystems in Abwandlung jenes in Fig. 5 dargestellt, bei dem der Nadelhub des Einblaseventils 2 proportional zur eingespritzten Kraftstoffmenge variabel ist (Simultansteuerung). Dies ergibt im Vergleich zu den Ausführungen ohne variablen Nadelhub Vorteile im Bezug auf den Betrieb des Motors bei geringen Lasten bzw. bei Vollast, wobei sinngemäß die unter Fig. 6 und 7 stehenden Aussagen gelten.

Bei der Ausführungsvariante nach Fig. 8 weist der Kolben 14 des Einblaseventils 2 einen Absatz 80 auf, welcher mit der Wand des Gehäuses 13 einen Ringraum 81 bildet. Der Absatz ist in Schließrichtung des Ventils 16 auf einer Ringfläche A_6 mit Druck beaufschlagbar, wobei der Ringraum einerseits mit dem ventilabgewandten Raum 20 unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils 82 und andererseits über das Rückschlagventil 32 mit dem ventiltseitigen Raum 18 verbunden ist.

Der Ringraum 81 mit der wirksamen Fläche A_6 wird über das Rückschlagventil 82 mit Systemdruck beaufschlagt. Bei Einspritzbeginn, d.h., wenn der Dosierkolben zu fördern beginnt, bewegt sich in der Folge der Kolben 14 des Einblaseventils 2 nach unten, und das Ventil 16 öffnet. Gleichzeitig wird aus dem Ringraum 81 Kraftstoff verdrängt und über das Rückschlagventil 32 in den Gasspeicherraum 4 eingespritzt. Das Ventil 16 des Einblaseventils 2 öffnet nur so weit, als es der

durch den Dosierkolben 66 geförderten Einspritzmenge entspricht, wodurch ein mit steigender Motorlast zunehmender Betrag des Ventilhubes verwirklicht wird.

Bei der Ausführung des Einblaseventils nach Fig. 8 wird die gesamte Einspritzmenge zu Beginn der Einblasephase während des Öffnungsvorganges in den Gasraum 4 des Einblaseventils 2 eingespritzt, wie in den Diagrammen in Fig. 9 dargestellt ist. Zu dieser Zeit strömt Gas aus dem Gasspeicher 4 in den Brennraum 3 des Motors, sodass ein Großteil des eingespritzten Kraftstoffes unmittelbar mit der Gasströmung in den Brennraum transportiert wird (V...Vollast, T...Teillast).

Bei der in Fig. 10 dargestellten Ausführung, dessen Kolben 14 einen in Öffnungsrichtung des Ventils 16 beaufschlagbaren Absatz 83 aufweist, erfolgt dagegen die Einspritzung in den Gasspeicher am Ende der Aufladephase des Gasspeichers 4 während des Schließvorganges des Ventils 16. Zu dieser Zeit strömt Gas vom Brennraum 3 in den Gasspeicher 4, sodass der eingespritzte Kraftstoff bis Brennraum 3 in den Gasspeicher 4, sodass der eingespritzte Kraftstoff bis zum nachfolgenden Zyklus im Speicher verbleibt, wie im Diagramm nach Fig. 11 dargestellt.

Die entsprechenden, dem jeweiligen Druck im Niederdrucksystem ausgesetzten, Flächen sind so ausgelegt, dass das hydraulische Übersetzungsverhältnis und damit die Druckerhöhung in der Einspritzleitung so groß ist, dass über die Fläche A_4 des Kolbens 14 sämtliche Druckkräfte, Druckabfälle über Rückschlagventile und Reibungskräfte im Einblaseventil überwunden werden.

Die pro Zylindereinheit erforderlichen Dosierkolben mit variablem Hub sowie die zugehörigen Dreiweg-Magnetventile können wie in Fig. 4, 5, 6, 8 und 10 dargestellt, in einem vom Einblaseventil 2 unabhängigen Steuerblock zusammengefasst und über Leitungen mit dem jeweiligen Einblaseventil verbunden sein. Dadurch wird ein Vorteil bei der Justierung und Synchronisation der Dosierkolben erreicht. Es ist jedoch genauso möglich, jedes Einblaseventil 2 mit einer Dosiereinrichtung auszustatten, wobei der Antrieb zur Verstellung der Anschläge der Dosierkolben am Zylinderkopf des Motors zu liegen kommt. Erstere Ausführung ergibt Vorteile bei Motoren mit mehr als einer Zylinderreihe, letztere bei Motoren mit nur einer Zylinderreihe.

Die Einblaseventile mit variablem Ventilhub können ihrer Bauart nach auch in Verbindung mit Hochdruckstempelpumpen, wie in den Fig. 1 und 2 dargestellt, verwendet werden.

Bei allen Ausführungen kann zur Hitzeisolierung die Feder 15 des Einblaseventils 2 in einer vom ventileitigen Raum 18 durch eine Zwischenwand 84 getrennten Federkammer 85 angeordnet sein. Die Federkammer kann dabei eine Entlastungsleitung 91 (Leckölleitung) in den Niederdruckbereich aufweisen.

In Fig. 12 ist eine weitere Ausführung eines Gemischeinblasesystems mit variabler Nadelhubgeschwindigkeit dargestellt. Dabei ist im Gehäuse 13 des Einblaseventils 2 eine Dosiereinrichtung 64' mit einem Dosierraum 68' angeordnet, deren Dosierkolben 66' coaxial zum Kolben 14 des Einblaseventils 2 angeordnet ist und mit diesem in Eingriff steht. Der ventilaugewandte Raum 20 des Einblaseventils 2 dient gleichzeitig als antriebsseitiger Raum der Dosiereinrichtung 64', wobei der Dosierraum 68' einerseits über ein Reduzierventil 86 mit dem ventilaugewandten Raum 20 und andererseits über das Rückschlagventil 32 mit dem ventileitigen Raum 18 in Verbindung steht. Bei dieser Ausführung erreicht die Ventilnadel nur bei Vollast ihren Anschlag, während sie in der Teillast, abhängig von der Ventilhubgeschwindigkeit, nur einen Teil ihres Weges zurücklegt. Der Ventilhub ist der eingespritzten Kraftstoffmenge proportional, und die Einspritzung erfolgt während der Schließbewegung der Ventilnadel.

Die Druckerzeugungseinheit besteht aus einer Konstantförderpumpe 5' (ca. 6 bar) einem Druckbegrenzungsventil 74 mit dem Öffnungsdruck p_2 und einer elektronisch angesteuerten Durchflussregleinheit 79 im Hauptstrom. Letztere kann z.B. eine Drossel variablen Querschnittes oder ähnliches sein. Das Einblaseventil 2 besteht aus einem Ventil 16, welches über seinen Schaft 17 von einer Membran 87 (wie dargestellt) oder von einem Kolben mit der Fläche A_1 angetrieben wird. Eine Schließfeder 15 hält das Ventil 16 in geschlossener Stellung. Sobald das Dreiweg-Magnetventil 71 öffnet und den ventilaugewandten Raum 20 mit dem Systemdruck p_2 beaufschlagt, beginnt sich das Ventil 16 zu öffnen. Dies geschieht mit einer Geschwindigkeit, die durch den durch die Durchflussregleinheit 79 geregelten Kraftstofffluss in den Raum 20 sowie durch die Kraft der Schließfeder 15 bestimmt ist. Demnach öffnet das Ventil 16 bei großem Durchfluss schneller und umgekehrt. Der Durchfluss kann auch durch eine Druckregleinheit 88 im Nebenstrom (entsprechend Fig. 14) geregelt werden.

Die fixe Drossel 89 zwischen Durchflussregleinheit 79 und Magnetventil 71 begrenzt die

maximale Hubgeschwindigkeit. Beim Öffnen des Einblaseventils 2 wird der Dosierraum 68' über das Reduzierventil 86 mit Kraftstoff gefüllt. Der Fülldruck ist dabei kleiner als der Öffnungsdruck des Rückschlagventils 32 in der Verbindungsleitung 37. Die Öffnungsbewegung wird durch das Öffnen des Dreiweg-Ventils 71 beendet, wobei der obere Membranraum bzw. ventilabgewandte Raum 20 über eine Rücklaufleitung 77 in den Tank 28 entlastet wird. Eine Drossel 90 in der Rücklaufleitung 77 begrenzt die Schließgeschwindigkeit des Ventils 16.

Beim Schließvorgang verdrängt der Dosierkolben 66' eine dem jeweiligen Hub entsprechende Kraftstoffmenge, die über das Rückschlagventil 32 in den Gasspeicher 4 eingespritzt wird. Die Einspritzung wird durch die Kraft der Schließfeder 15 und den auf den Ventilschaftquerschnitt wirkenden Gasdruck bewerkstelligt. Die beschriebene Funktionsweise kann durch entsprechende Umgestaltung des Dosierkolbens 66' so abgewandelt werden, dass die Einspritzung anstatt während des Schließens während des Öffnens des Ventils erfolgt. Die erste Version wird vor allem bei Motoren angewandt, die strenge Emissionsbestimmungen zu erfüllen haben, da durch die Vorlagerung des Kraftstoffes im Gasspeicher 4 die Kohlenwasserstoffemissionen im Abgas sinken. Letztere Version ergibt bei Hochleistungsmotoren eine bessere Innenkühlung, da die Verdampfungswärme des direkt in den Zylinder gelangenden Kraftstoffes unmittelbar der Zylinderladung entzogen wird.

Der für den jeweiligen Betriebszustand erforderliche maximale Ventilhub ist durch die Ventilhubgeschwindigkeit und die Öffnungsdauer bestimmt, die durch die Elektronik über das Magnetventil 71 gesteuert wird. In Fig. 13 sind der Verlauf des Ventilhubes s und der Einspritzmenge β über dem Kurbelwinkel α dargestellt. Die Einspritzung erfolgt während des Schließhubes der Nadel und endet mit dem Aufsetzen des Ventiltellers am Ventilsitz, unabhängig von der eingespritzten Menge. Der Einspritzbeginn und damit die Einspritzmenge, ist durch die Neigung 5 der Öffnungsgeraden a und γ der Schließgeraden b sowie der Öffnungsdauer des Ventils vom Einblasebeginn EB bis Einblaseende EE bestimmt. Die Einspritzrate ist durch die Neigung γ der Schließgeraden b bestimmt, die durch die Schließfederkraft die Gaskraft auf den Ventilschaftquerschnitt und den Querschnitt der Drossel 90 gegeben ist.

In einer weiteren Ausführung ist in Fig. 14, wie bereits erwähnt, der Durchflussregler durch einen Druckregler 88 im Nebenstrom ersetzt. Dieser bestimmt im Zusammenwirken mit der Drossel 90 und dem Gegendruck im unteren Membranraum 92 die Neigung 8 der Öffnungsgeraden a in Fig. 13. Die Druckbeaufschlagung des unteren Membranraumes ersetzt die Schließfeder 15 in Fig. 12. Damit ist bei einem Mehrzylindermotor automatisch eine Gleichstellung der Schließkraft und damit der Neigung γ der Schließgeraden b aller Ventile unabhängig von Toleranzen der Federkräfte erreicht. Dies ist von großer Bedeutung für die Gleichstellung der Einspritzmenge der einzelnen Zylinder. Das Ventil 94 regelt den Druck im unteren Membranraum 92 beim Öffnungshub des Ventils 16 und damit für alle Ventile gleichzeitig die Neigung 8 der Öffnungsgeraden a . In allen anderen Details entspricht die Funktionsweise jener der Einrichtung nach Fig. 12.

Der generelle Vorteil der Niederdrucktechnologie liegt in der Verbilligung des Gesamtsystems durch den Wegfall teurer Komponenten, wie der Stempelpumpe und der Hochdruck-Magnetventile. Die Dosiereinrichtung über einen Kolben sichert dabei eine sehr genaue Dosierung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge unabhängig von etwaigen Toleranzen in den Durchflusseigenschaften oder Schaltzeiten der Magnetventile, sodass die Herstellungskosten letzterer ebenfalls reduziert werden können.

Fig. 15 zeigt die vereinfachte Darstellung eines Einblaseventils 2 wie oben beschrieben. Es besteht aus dem Ventil 16, welches mit seinem Schaft 17 in einem zweiteiligen Gehäuse 13 verschiebbar gelagert ist. Das Ventil 16 wird von seiner Schließfeder 15 in Schließposition gehalten. Der ventilabgewandte Raum 20 wird mit Kraftstoffdruck beaufschlagt, wodurch das Ventil 16 öffnet. Der Gasspeicher 4 bzw. der ventilabgewandte Raum 18 ist gegen den oberen Druckraum 20 durch eine elastomere Dichtung 95 (z.B. O-Ring) abgedichtet. Zum Schutz dieser Dichtung vor den hohen Gastemperaturen wird der in den Gasspeicher 4 einzuspritzende Kraftstoff unmittelbar unter der Dichtung 95 in einem konzentrisch zum Ventilschaft 17 angeordneten Ringspalt 94 der Ventileinleitung eingespritzt. Der Kraftstoff gelangt durch diesen Ringspalt 94 in den Gasspeicher 4, wo er verdampft. Durch die Enge des Spaltes wird der Gaszutritt zur Dichtung 95 entgegen der Strömungsrichtung des Kraftstoffes verhindert, sodass praktisch keine Verschmutzung oder Überhitzung der Dichtung auftreten kann.

Eine weitere Ausführung der Ventilschaftdichtung bezieht sich auf Ausführungen des Einblase-

systems nach Fig. 1 bis 6 mit "Folgesteuerung". Dabei wird, wie erwähnt, durch Beaufschlagung des ventilabgewandten Raumes 20 und damit des wirksamen Querschnittes der Ventilsnadel, das Ventil 16 bis zu seinem Anschlag geöffnet. In der Folge steigt der Druck weiter über den Öffnungsdruck des Rückschlagventils 32 an und es wird Kraftstoff in den Gasspeicher eingespritzt. Das Rückschlagventil 32 kann nun durch eine in Fig. 16 dargestellte Dichtung 96 ersetzt werden, die von unten nach oben gegen einen hohen Druck und von oben nach unten gegen einen wesentlich geringeren Druck abdichtet. Bei Überschreiten des zur Öffnung des Ventils notwendigen Kraftstoffdruckes nach Anschlag des Ventils bei voller Öffnung wird die z.B. durch eine Schlauchfeder 98 eingestellte radiale Dichtkraft F_r an der Dichtlippe 97 überschritten, und es kommt zum Überströmen von Kraftstoff. Dabei erhöht sich die Dichtkraft auf $F_r + \Delta F_r$, sodass sich ein Gleichgewicht bei der radialen Spaltweite W einstellt. Die Spaltweite W liegt im Bereich von tausendstel bis zu wenigen hundertstel mm, sodass die Dichtung 96 eine große Anzahl von Lastspielen ohne Verschleiß ertragen kann. Nach erfolgter Einspritzung bei Druckabfall im ventilabgewandten Raum 20 schließt die Dichtlippe 97 wieder, sodass kein Rückströmen von Gasen erfolgen kann.

PATENTANSPRÜCHE:

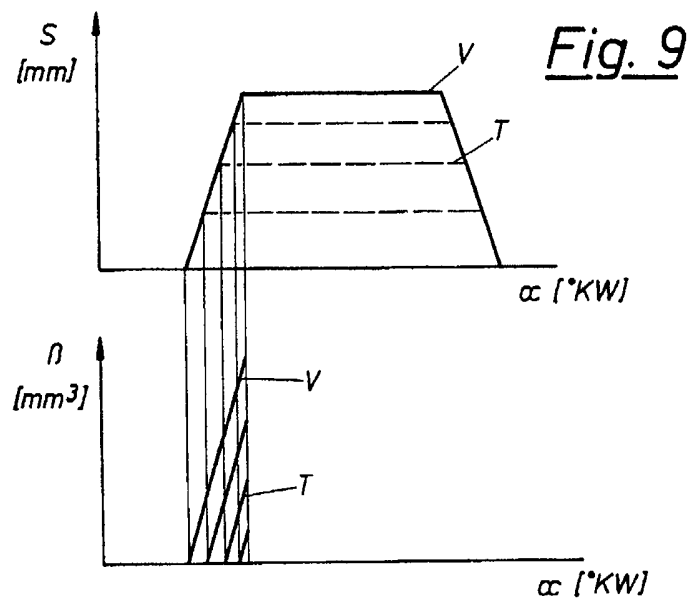
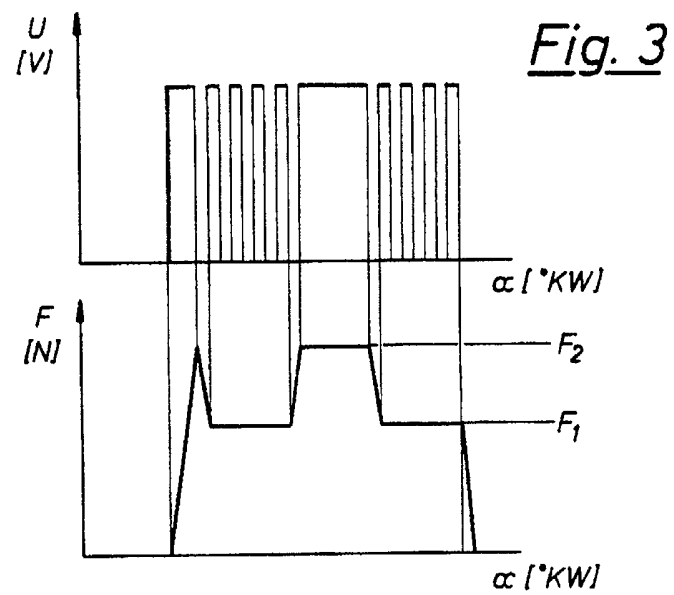
1. Einrichtung zum Einbringen von Kraftstoff in den Brennraum (3) einer Brennkraftmaschine mit einer Fördereinrichtung für den Kraftstoff und einem Einblaseventil (2) zum Entnehmen von verdichtetem Gas aus dem Zylinder und zum Einblasen des Gases und des von einer Pumpe (5) geförderten Kraftstoffes in den Zylinder, wobei das Einblaseventil (2) einen ventiltseitigen Raum (18) zur Speicherung des Gases aufweist, dessen Ventil (16) den Gasaustausch zwischen dem Brennraum (3) und dem ventiltseitigen Raum (18) steuert, wobei das Einblaseventil (2) zusätzlich zum ventiltseitigen Raum (18), in welchen Kraftstoff durch die Pumpe (5) über ein Rückschlagventil (32) einspritzbar ist, einen ventilabgewandten Raum (20) aufweist, und das Ventil (16) in Richtung Brennraum (3) der Brennkraftmaschine öffnet und über einen den ventilabgewandten Raum (20) begrenzenden Kolben (14) betätigbar ist, wobei der ventiltseitige Raum (18) über das Rückschlagventil (32) mit dem ventilabgewandten Raum (20) in Verbindung steht, in welchen die Pumpe (5) Kraftstoff fördert, wobei der den ventilabgewandten Raum (20) begrenzende Kolben (14) durch den von der Pumpe (5) im ventilabgewandten Raum (20) aufgebauten Kraftstoffdruck betätigt wird, nach Patent Nr. 407.559, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mit dem ventilabgewandten Raum (20) über eine Druckleitung (35) verbundene Pumpe eine Kolbenpumpe (5) ist, deren Pumpenraum über ein Magnetventil (60) mit dem Kraftstofftank (28) in Verbindung steht.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein zweites Magnetventil (61) vorgesehen ist, welches in einer zusätzlichen, den Kraftstofftank (28) mit der Druckleitung (35) verbindenden Kraftstoffleitung (62) angeordnet ist, in welcher ein Rückschlagventil (63) angeordnet ist, über welches überschüssige Kraftstoffmengen in den Kraftstofftank (28) zurückfließen.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Magnetventil (60) beispielsweise durch pulslängenmoduliertes Austakten der am Elektromagneten des Magnetventiles (60) anliegenden Spannung mit zumindest zwei verschiedenen Stromstärken ansteuerbar ist, wodurch zumindest zwei unterschiedliche Druckniveaus erzielbar sind.
4. Einrichtung zum Einbringen von Kraftstoff in den Brennraum (3) einer Brennkraftmaschine mit einer Fördereinrichtung für den Kraftstoff und einem Einblaseventil (2) zum Entnehmen von verdichtetem Gas aus dem Zylinder und zum Einblasen des Gases und des von einer Pumpe (5) geförderten Kraftstoffes in den Zylinder, wobei das Einblaseventil (2) einen ventiltseitigen Raum (18) zur Speicherung des Gases aufweist, dessen Ventil (16) den Gasaustausch zwischen dem Brennraum (3) und dem ventiltseitigen Raum (18) steuert, wobei das Einblaseventil (2) zusätzlich zum ventiltseitigen Raum (18), in welchen Kraftstoff durch die Pumpe (5) über ein Rückschlagventil (32) einspritzbar ist, einen ventilabgewandten Raum (20) aufweist, und das Ventil (16) in Richtung Brennraum (3) der Brennkraft-

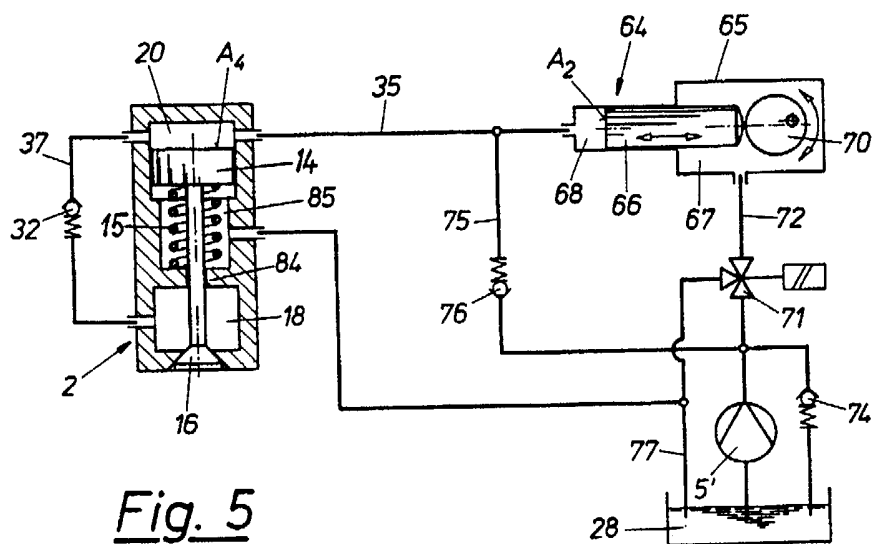
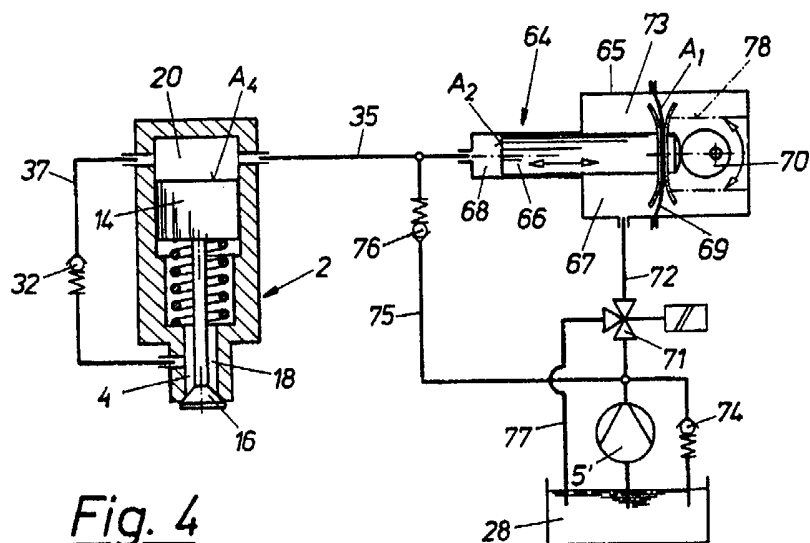
- maschine öffnet und über einen den ventilabgewandten Raum (20) begrenzenden Kolben (14) betätigbar ist, wobei der ventilseitige Raum (18) über das Rückschlagventil (32) mit dem ventilabgewandten Raum (20) in Verbindung steht, in welchen die Pumpe (5) Kraftstoff fördert, wobei der den ventilabgewandten Raum (20) begrenzende Kolben (14) durch den von der Pumpe (5) im ventilabgewandten Raum (20) aufgebauten Kraftstoffdruck betätigt wird, nach Patent Nr. 407.559, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pumpe (5) eine Kolben- oder Konstantförderpumpe (5') in Verbindung mit einer hydraulischen Dosiereinrichtung (64; 64') ist, und dass die Dosiereinrichtung (64, 64') einen in einem Gehäuse (13; 65) geführten Dosierkolben (66; 66') aufweist, welcher in einen im Gehäuse angeordneten antriebsseitigen Raum (20; 67) und in einen Dosierraum (68; 68') eintaucht.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Dosierkolben (66) zwei die einzuspritzende Kraftstoffmenge definierende Anschläge aufweist, daß der Dosierraum (68) über eine Druckleitung (35) mit dem ventilabgewandten Raum (20) des Einblaseventils (2) und der antriebsseitige Raum (67) über ein Magnetventil (71) mit dem Ausgang der Kolben- oder Konstantförderpumpe (5') verbunden ist, sowie daß zum Füllen des Dosierraumes (68) eine von der Pumpe (5') ausgehende in die Druckleitung (35) mündende und mit einem Rückschlagventil (76) versehene Leitung (75) vorgesehen ist.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Verwendung einer Rollenzellen- oder Zahnradpumpe (5') der in den antriebsseitigen Raum (67) der Dosiervorrichtung (64) eintauchende Teil des Dosierkolbens (66) eine größere Druckangriffsfläche A_1 aufweist als jener Teil mit der Fläche A_2 , der den Dosierraum (68) begrenzt, sodaß eine hydraulische Verstärkung des Einspritzdruckes im Verhältnis A_1/A_2 erzielbar ist.
7. Einrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der antriebsseitige Raum (67) durch eine den Dosierkolben (66) antreibende, mit Systemdruck beaufschlagte Membran (69) begrenzt ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der antriebsseitige Raum (67) durch eine den Dosierkolben (66) antreibende Membran (69) in eine Ringkammer (73), in welche die Zuleitung (72) vom Magnetventil (71) mündet und in eine Federkammer zur Aufnahme der Einspritzfeder (78) unterteilt ist.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß einer der den Hub des Dosierkolbens (66) begrenzenden Anschläge variabel ist und beispielsweise durch einen mit einem Stellmotor zusammenwirkenden Exzenter (70) realisiert ist.
10. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Zuleitung zum antriebsseitigen Raum (67) der Dosiereinrichtung (64) eine vorzugsweise elektrisch betätigbare Durchflußregeleinheit (79) angeordnet ist, über welche die Hubgeschwindigkeit des Ventils (16) im Einblaseventil (2) steuerbar ist.
11. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kolben (14) des Einblaseventils (2) zur Realisierung eines variablen Ventilhubes einen Absatz (80) aufweist, welcher mit der Wand des Gehäuses (13) einen Ringraum (81) bildet, wobei der Absatz (80) in Schließrichtung des Ventils (16) mit Druck beaufschlagbar ist, sowie daß der Ringraum (81) unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils (82) einerseits mit dem ventilabgewandten Raum (20) und andererseits über das Rückschlagventil (32) mit dem ventilseitigen Raum (18) in Verbindung steht.
12. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kolben (14) des Einblaseventils (2) zur Realisierung eines variablen Ventilhubes einen Absatz (83) aufweist, welcher mit der Wand des Gehäuses einen Ringraum (81) bildet, wobei der Absatz (83) in Öffnungsrichtung des Ventils (16) mit Druck beaufschlagbar ist, sowie daß der Ringraum (81) unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils (82) einerseits mit der Druckleitung (35) und andererseits über das Rückschlagventil (32) mit dem ventilseitigen Raum (18) in Verbindung steht.
13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Druck- oder Zugfeder (15) des Einblaseventils (2) in einer vom ventilseitigen Raum (18) durch eine Zwischenwand (84) getrennten Federkammer (85, 85') angeordnet ist, wobei die Zwischenwand (84) eine Öffnung für den Ventilschaft (17) aufweist.
14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum

Schließen des Ventils (16) ausschließlich der den Ventilquerschnitt beaufschlagende Gasdruck im Brennraum (3) der Brennkraftmaschine dient.

15. Einrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dosiereinrichtung (64') und der Dosierraum (68') im Gehäuse (13) des Einblaseventils (2) angeordnet sind, daß der Dosierkolben (66') koaxial zum Kolben (14) des Einblaseventils (2) angeordnet und mit diesem im Eingriff steht, daß der ventilabgewandte Raum (20) des Einblaseventils (2) gleichzeitig als antriebsseitiger Raum der Dosiereinrichtung (64') dient, daß der Dosierraum (68') einerseits über ein Reduzierventil (86) mit dem ventilabgewandten Raum (20) und andererseits über ein Rückschlagventil (32) mit dem ventileitigen Raum (18) in Verbindung steht, sowie daß der ventilabgewandte Raum (20) mit der Kraftstoffzuleitung (35) aus der Druckerzeugungseinheit verbunden ist.
16. Einrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckerzeugungseinheit aus einer Konstantförderpumpe (5'), einer nachgeschalteten elektronisch angesteuerten Durchflußregleinheit (79), sowie einem pumpenaustrittsseitig angeordneten Druckbegrenzungsventil (74) besteht, wobei ein Dreiwegmagnetventil (71) vorgesehen ist, welches den ventilabgewandten Raum (20) in einer Stellung mit der Durchflußregleinheit (79) und in einer anderen Stellung mit einer Rückflußleitung (77) in den Kraftstofftank (28) verbindet.
17. Einrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Leitung (35) zwischen der Durchflußregleinheit (79) und dem Dreiwegmagnetventil (71), sowie in der Rückflußleitung (77) zum Kraftstofftank (28) jeweils eine fixe Drossel (89, 90) angeordnet ist.
18. Einrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß anstelle der seriell geschalteten Durchflußregleinheit (79) eine parallel zur Konstantförderpumpe (5') angeordnete elektronisch angesteuerte Druckregleinheit (88) angeordnet ist.
19. Einrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß der ventilabgewandte Raum (20) des Einblaseventils (2) durch eine normal zur Ventilachse angeordnete Membran (87) in zwei Membranräume unterteilt ist, sowie daß der Dosierkolben (66') und das Einblaseventil (2) antriebsmäßig mit der Membran (87) verbunden sind.
20. Einrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß der ventileitige Membranraum (92) über eine eigene, von der Konstantförderpumpe ausgehende Druckleitung (93) mit Druck beaufschlagbar ist.
21. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in den ventileitigen Raum (18) des Einblaseventils (2) führende Verbindungsleitung (37) in einen konzentrisch zum Ventilschaft (17) angeordneten Ringspalt (94) mündet, aus welchem der Kraftstoff in Richtung Ventil (16) in den Gasspeicher (4) austritt.
22. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß der ventilabgewandte Raum (20) mit dem ventileitigen Raum (18) über einen durchgehenden, zum Ventilschaft (17) konzentrisch angeordneten Ringspalt (94) verbunden ist, wobei in einer Erweiterung des Ringspalt (94) eine den Ventilschaft (17) umschließende Dichtung mit einem Vorspannelement, z.B. einer Schlauchfeder (98) als Rückschlagventil angeordnet ist.

HIEZU 8 BLATT ZEICHNUNGEN





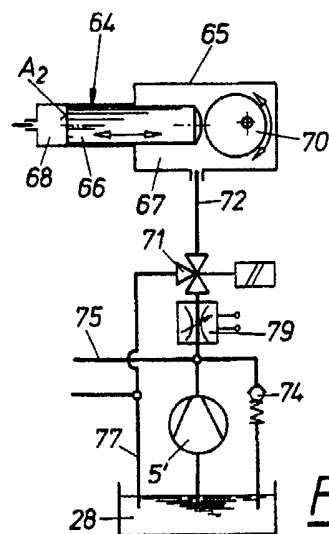


Fig. 6

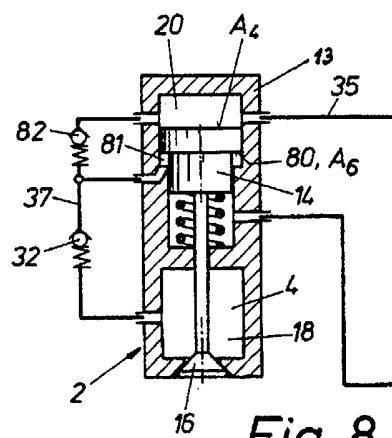


Fig. 8

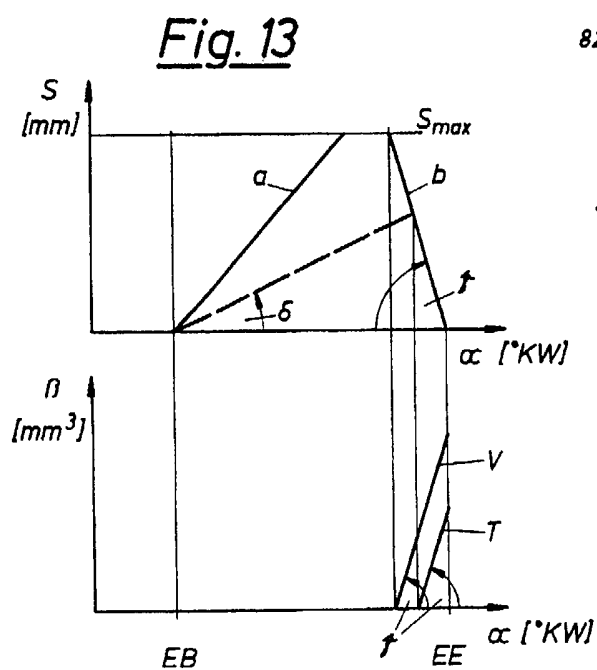


Fig. 13

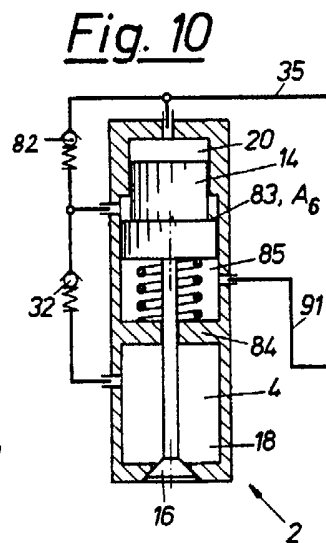


Fig. 10

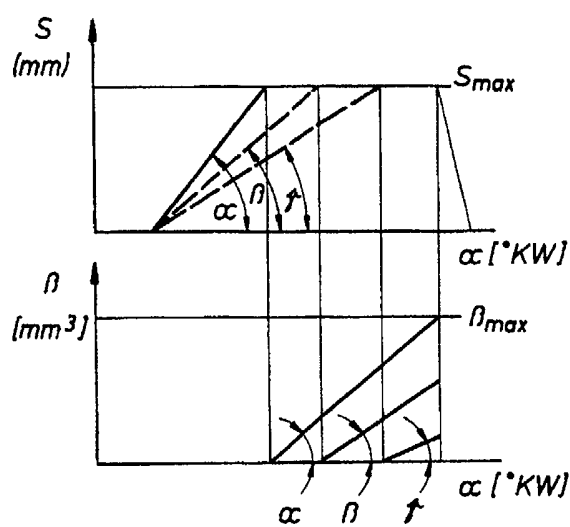


Fig. 7

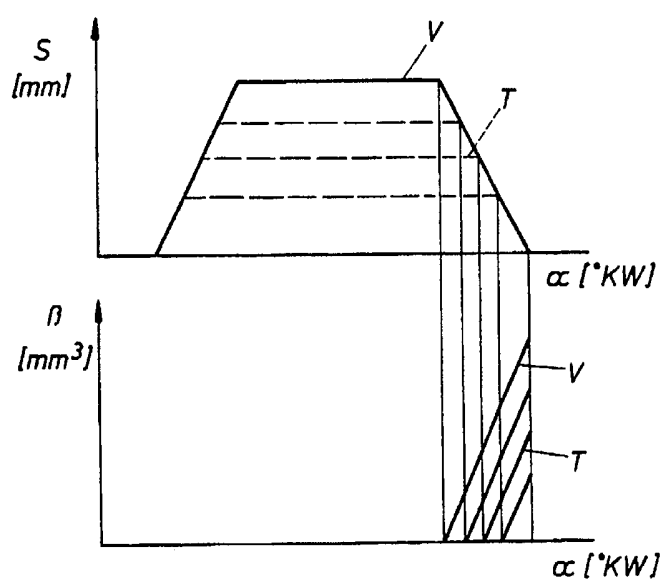


Fig. 11

