



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 020 258 A1** 2007.11.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 020 258.9**

(22) Anmeldetag: **27.04.2006**

(43) Offenlegungstag: **15.11.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F02D 13/02** (2006.01)
F02D 9/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

MAHLE International GmbH, 70376 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:

**Patentanwalts-Partnerschaft Rotermund + Pfusich
+ Bernhard, 70372 Stuttgart**

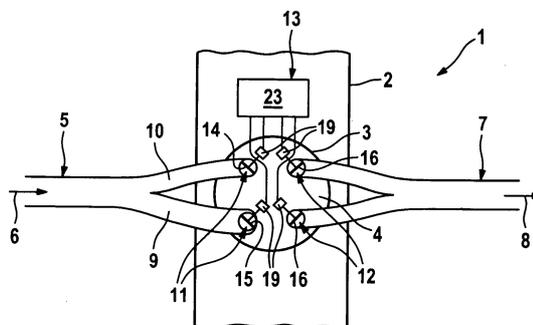
(72) Erfinder:

**Elsäßer, Alfred, Dr., 75210 Kelttern, DE; Otto,
Rainer, 99094 Erfurt, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kolbenmotor**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolbenmotor (1), insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit mehreren Zylindern (3), deren Brennräume (4) an eine Frischgasanlage (5) angeschlossen sind. Die Frischgasanlage (5) weist für wenigstens einen der Zylinder (3) zwei Gaspfade, nämlich einen Volllastpfad (9) und einen Teillastpfad (10), auf, über die dem jeweiligen Brennraum (4) Frischgas (6) zuführbar ist. Hierzu ist eine einlassseitige Ventilanordnung (11) zum Steuern des Frischgasstroms durch die Gaspfade (9, 10) in den jeweiligen Brennraum (4) vorgesehen. Zur Betätigung der Ventilanordnung (11) ist eine Steuereinrichtung (13) vorgesehen, die so ausgestaltet ist, dass sie durch entsprechende Ansteuerung der Ventilanordnung (11) bei Teillast den Volllastpfad (9) permanent sperrt und den Teillastpfad (10) zum Steuern des Frischgasstroms betätigt und dass sie durch entsprechende Ansteuerung der Ventilanordnung (11) bei Volllast zumindest den Volllastpfad (9) zum Steuern des Frischgasstroms betätigt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolbenmotor, insbesondere in einem Kraftfahrzeug.

[0002] Üblicherweise weist ein Kolbenmotor mehrere Zylinder auf, deren Brennräume eingangsseitig an eine Frischgasanlage und ausgangsseitig an eine Abgasanlage angeschlossen sind. Dabei umfasst die Frischgasanlage für jeden Zylinder üblicherweise jeweils einen separaten Gaspfad, über den dem jeweiligen Brennraum Frischgas zuführbar ist. Die Frischgasanlage ist dabei so dimensioniert, dass den Zylindern ein bei Vollast des Kolbenmotors benötigter Frischgasstrom zuführbar ist. Bei Teillast muss die den Brennräumen zugeführte Frischgasmenge reduziert werden. Hierzu ist es üblich, die Frischgasanlage zu drosseln, d.h. mit einer einstellbaren Drossel-einrichtung, insbesondere Drosselklappe, zu versehen, mit welcher der in den einzelnen Gaspfaden zugeführte Frischgasstrom bedarfsabhängig drosselbar ist. Nachteilig ist bei gedrosselten Frischgasanlagen, dass die jeweils verwendete Drossel-einrichtung auch bei Vollast einen Strömungswiderstand bildet und bei Teillast nur relativ kleine Strömungsgeschwindigkeiten ermöglicht. Bei kleinen Strömungsgeschwindigkeiten im Frischgasstrom lassen sich strömungsdynamische Effekte bei der Beladung der Brennräume nicht oder nur unzureichend ausnutzen. Derartige strömungsdynamische Effekte, wie z.B. Drallströmung und Tumbleströmung, lassen sich bei modernen Kolbenmotoren zur Verbesserung des Verbrennungsprozesses nutzen, um den Kraftstoffverbrauch und die Schadstoffemissionen zu reduzieren. Da Kolbenmotoren weitgehend bei Teillast und nur vergleichsweise selten bei Vollast betrieben werden, besteht im Teillastbereich das größte Potential zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen. Es besteht daher der Wunsch, auch im Teillastbetrieb strömungsdynamische Effekte zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemissionen auszunutzen.

[0003] Aus Pischinger „variable Ventilsteuerung II“ Expertverlag, Seiten 244 bis 260, ist es bekannt, bei einem Kolbenmotor die Frischgasanlage stromauf von Einlassventilen zu entdrosseln bzw. drosselfrei auszugestalten, d.h., die Frischgasanlage enthält keine spezielle Drossel-einrichtung zur Drosselung des Frischgasstroms. Zur Realisierung der vom jeweiligen Lastzustand des Kolbenmotors abhängigen Frischgasbelastung ist eine variable Ventilsteuerung bekannt, die es ermöglicht, die Öffnungs- und Schließzeiten der Einlassventile auf geeignete Weise zu adaptieren. Die variable Ventilsteuerung kann während des Einlasshubes des jeweiligen Kolbens auch zwei Beladungsphasen zeitlich voneinander beabstandet realisieren. Ebenso ist es möglich, den Öffnungshub der Einlassventile zu variieren. Um diese vielfältigen Variationsmöglichkeiten zu realisieren, ar-

beitet der bekannte Kolbenmotor mit einer elektromagnetischen Ventilsteuerung, die es erlaubt, die Einlassventile willkürlich zu öffnen und zu schließen sowie deren Öffnungshub willkürlich zu verändern. Derartige elektromagnetische Ventilsteuerungen sind jedoch erheblich teurer als herkömmliche durch Nockenwellen gesteuerte Ventiltriebe.

[0004] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Kolbenmotor der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere im Teillastbetrieb durch einen verbesserten Verbrennungsprozess auszeichnet.

[0005] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Frischgasanlage so auszugestalten, dass sie für wenigstens einen Zylinder, vorzugsweise jedoch für jeden Zylinder, jeweils zwei Gaspfade aufweist, nämlich einen Vollastpfad und einen Teillastpfad. Desweiteren ist der Kolbenmotor erfindungsgemäß mit einer einlassseitigen Ventilanordnung sowie mit einer zugehörigen Steuereinrichtung ausgestattet, wobei die Steuereinrichtung durch eine entsprechende Ansteuerung der Ventilanordnung bei Teillast den Vollastpfad permanent sperrt und den Teillastpfad zum Steuern des benötigten Frischgasstroms betreibt. Durch diese Bauweise ist im Teillastbetrieb nur der jeweilige Teillastpfad aktiv, während der jeweilige Vollastpfad deaktiviert ist. Bei entsprechendem durchströmbareren Querschnitt des Teillastpfades lassen sich somit auch im Teillastbetrieb relativ hohe Strömungsgeschwindigkeiten erzielen. Hierdurch können strömungsdynamische Effekte zur Verbesserung des Verbrennungsprozesses genutzt werden. Für den Vollastbetrieb steht dann der Vollastpfad zur Verfügung. Je nach Konzeption kann für den Vollastbetrieb der Vollastpfad einfach zugeschaltet werden, so dass die benötigte Frischgasmenge durch beide Gaspfade zugeführt wird. Ebenso ist es möglich, im Vollastbetrieb die Frischgasversorgung ausschließlich über den Vollastpfad zu realisieren. Zumindest im letzten Fall besitzt der Vollastpfad einen größeren durchströmbareren Querschnitt als der Teillastpfad.

[0007] Die einlassseitige Ventilanordnung lässt sich auf vielfältige Weise realisieren. Denkbar ist beispielsweise eine Ausführungsform mit willkürlich steuerbaren Einlassventilen für beide Gaspfade. Alternativ ist es möglich, nur dem Vollastpfad ein willkürlich steuerbares Einlassventil zuzuordnen, während dem Teillastpfad ein preiswertes, z.B. nockenwellengesteuertes Einlassventil sowie stromauf davon ein willkürlich steuerbares Zusatzventil zugeordnet sind. Desweiteren ist eine Ausführungsform mög-

lich, bei welcher beiden Gaspfaden jeweils ein herkömmliches, z.B. mit Nockenwellen gesteuertes Einlassventil und stromauf davon jeweils ein willkürlich steuerbares Zusatzventil angesteuert sind. Dabei ist von besonderer Bedeutung, dass die Zusatzventile besonders einfach und vergleichsweise preiswert ausgestaltet werden können, da sie grundsätzlich nur zwischen einer Offenstellung und einer Schließstellung verstellbar sein müssen, da Zwischenstellungen nicht erforderlich sind.

[0008] Besonders vorteilhaft ist nun eine Weiterbildung, bei welcher die Frischgasanlage ungedrosselt bzw. drosselfrei ausgestaltet ist. Die entdrosselte Frischgasanlage verbessert zumindest im Teillastbereich den Verbrennungsprozess hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen. Die Regulierung der benötigten Frischgasmenge erfolgt bei Teillast über eine entsprechende Steuerung des Teillastpfads, d.h. durch die Betätigung des dem Teillastpfad zugeordneten Einlassventils und/oder Zusatzventils. Bei Vollast ist in der Regel keine aktive Regulierung der Frischgasmenge erforderlich, da dann die Ventilanordnung zum Zuführen der maximal möglichen Frischgasmenge angesteuert bzw. eingestellt ist.

[0009] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0010] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0011] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0012] Es zeigen, jeweils schematisch,

[0013] [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) jeweils eine stark vereinfachte, schaltplanartige Prinzipskizze eines Teilbereichs eines Kolbenmotors, bei unterschiedlichen Ausführungsformen.

[0014] Entsprechend den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) umfasst ein nur teilweise dargestellter Kolbenmotor **1**, der insbesondere in einem Kraftfahrzeug angeordnet sein kann, in einem Motorblock **2** mehrere Zylinder **3**, von denen hier jedoch jeweils nur einer dargestellt ist. Jeder Zylinder **3** umschließt einen Brennraum **4**, in welchem der eigentliche Verbrennungsprozess stattfindet.

Desweiteren ist in jedem Zylinder **3** ein nicht gezeigter Kolben hubverstellbar gelagert, der durch seinen Hub in bekannter Weise das Brennraumvolumen variiert. Die Brennräume **4** sind an eine Frischgasanlage **5** des Kolbenmotors **1** angeschlossen, die im Betrieb des Kolbenmotors **1** den einzelnen Brennräumen **4** entsprechend einem Pfeil **6** Frischgas zuführt. Desweiteren ist an die Brennräume **4** jeweils eine Abgasanlage **7** des Kolbenmotors **1** angeschlossen, die im Betrieb des Kolbenmotors **1** Verbrennungsabgase entsprechend einem Pfeil **8** abführt.

[0015] Zumindest für den hier gezeigten Zylinder **3**, vorzugsweise jedoch für sämtliche Zylinder **3** des Kolbenmotors **1** weist die Frischgasanlage **5** zwei separate Gaspfade auf, nämlich einen Vollastpfad **9** und einen Teillastpfad **10**. Über diese beiden Gaspfade **9**, **10** ist dem jeweiligen Brennraum **4** das Frischgas **6** zuführbar. Bei den hier gezeigten Ausführungsformen ist jeweils der Vollastpfad **9** mit einem größeren durchströmbaren Querschnitt versehen als der Teillastpfad **10**. Grundsätzlich ist jedoch auch eine Ausführungsform mit gleich großen Strömungsquerschnitten möglich.

[0016] Der Kolbenmotor **1** ist zum Steuern des Ladungswechsels bei den jeweiligen Zylindern **3** mit einer einlassseitigen Ventilanordnung **11** sowie mit einer auslassseitigen Ventilanordnung **12** ausgestattet. Während die einlassseitige Ventilanordnung **11** den durch die Gaspfade **9**, **10** in den jeweiligen Brennraum **4** geführten Frischgasstrom steuert, steuert die auslassseitige Ventilanordnung **12** den aus dem jeweiligen Brennraum **4** herausgeführten Abgasstrom. Desweiteren ist eine Steuereinrichtung **13** vorgesehen, die z.B. ein Steuergerät **23** aufweist, mit dem zumindest die einlassseitige Ventilanordnung **11** betätigbar ist.

[0017] Diese Steuereinrichtung **13** bzw. das Steuergerät **23** ist so ausgestaltet, dass bei Teillast des Kolbenmotors **1** die einlassseitige Ventilanordnung **11** so angesteuert wird, dass der Vollastpfad **9** permanent gesperrt ist, während die einlassseitige Ventilanordnung **11** im Hinblick auf den Teillastpfad **10** so angesteuert wird, dass der Teillastpfad **10** zum Steuern des benötigten Frischgasstroms betätigt bzw. betrieben wird. Im Unterschied dazu ist die Steuereinrichtung **13** bzw. das Steuergerät **23** für den Vollastbetrieb des Kolbenmotors **1** so ausgestaltet, dass durch entsprechende Ansteuerung der einlassseitigen Ventilanordnung **11** zumindest den Vollastpfad **9** zum Steuern des Frischgasstroms betätigt wird, insbesondere so, dass der Vollastpfad **9** zumindest während eines Einlasshubes des jeweiligen Kolbens permanent maximal geöffnet ist. Grundsätzlich kann die Steuereinrichtung **13** über das Steuergerät **23** beim Vollastbetrieb auch den Teillastpfad **10** zum Steuern eines Frischgasteilstroms betätigen, und zwar insbesondere so, dass auch der Teillastpfad **10** bei Vollast per-

manent maximal geöffnet ist zumindest während eines Einlasshubs des jeweiligen Kolbens. Grundsätzlich kann jedoch der Teillastpfad **10** bei Volllast gesperrt sein.

[0018] Bei den in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsformen weist die einlassseitige Ventilordnung **11** ein ausschließlich dem Teillastpfad **10** zugeordnetes Teillast-Einlassventil **14** sowie ein ausschließlich dem Volllastpfad **9** zugeordnetes Volllast-Einlassventil **15** auf. Analog dazu weist auch die auslassseitige Ventilordnung **12** zwei Auslassventile **16** auf, die vorzugsweise stets synchron betätigt werden.

[0019] Im Unterschied dazu zeigt [Fig. 4](#) eine Ausführungsform, bei der einlassseitig und auslassseitig die Ventilordnungen **11**, **12** jeweils nur ein Ventil aufweisen, nämlich ein Einlassventil **17** und ein Auslassventil **18**.

[0020] Bei der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform sind die beiden Einlassventile **14**, **15** unabhängig voneinander sowie willkürlich ansteuerbar bzw. zum Öffnen und Schließen betätigbar. Auch die Auslassventile **16** sind hier exemplarisch willkürlich betätigbar. Entsprechende Aktuatoren sind mit **19** bezeichnet und auf geeignete Weise mit dem Steuergerät **23** verbunden. Beispielsweise handelt es sich bei den Aktuatoren **19** um elektromagnetische Stellantriebe.

[0021] Das Steuergerät **23** ist nun so ausgestaltet, dass es bei Teillast das Volllast-Einlassventil **15** permanent sperrt, während es das Teillast-Einlassventil **14** zum Steuern des erforderlichen Frischgasstroms betätigt. Dabei kann der jeweilige Frischgasstrom durch Auswählen des Öffnungszeitpunkts und des Schließzeitpunkts für das Teillast-Einlassventil **14** gesteuert werden. Ebenso lässt sich die zugeführte Frischgasmenge durch Variieren des Öffnungshubs des Teillast-Einlassventils **14** einstellen. Desweiteren kann es zur Realisierung bestimmter erwünschter dynamischer Strömungseffekte erforderlich sein, während der Beladung des Brennraums **4** zwei oder mehr Beladungsphasen durch mehrfaches Öffnen und Schließen des Teillast-Einlassventils **14** zu realisieren.

[0022] Um bei Volllast die gewünschte Beladung des Brennraums **4** zu realisieren, ist die Steuereinrichtung **13** so ausgestaltet, dass sie über das Steuergerät **23** den erforderlichen Frischgasstrom durch entsprechende Betätigung des Volllast-Einlassventils **15** steuert. Da bei Volllast üblicherweise die maximal verfügbare Frischgasmenge zugeführt werden soll, reduziert sich die Steuerung des Frischgasstroms vorzugsweise im wesentlichen darauf, dass das Volllast-Einlassventil **15** während des Einlasshubs des Kolbens permanent maximal geöffnet ist. Für den Volllastbetrieb kann zusätzlich auch das Teillast-Ein-

lassventil **14**, insbesondere während des Einlasshubs permanent und maximal, geöffnet sein. Bei einer entsprechenden Auslegung des Volllastpfads **9** ist dies jedoch nicht unbedingt erforderlich.

[0023] Während die Einlassventile **14**, **15** unabhängig voneinander willkürlich ansteuerbar sind, werden die Auslassventile **16** zweckmäßig synchron betätigt. Dabei ist eine willkürliche Betätigung der Auslassventile **16** nicht unbedingt erforderlich. Dementsprechend zeigen die [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) Ausführungsformen, bei denen die Auslassventile **16** zwangsgesteuert, z.B. mittels Nockenwellen **20** betätigbar sind. Mit Nockenwellen **20** angesteuerte Auslassventile **16**, **18** lassen sich erheblich preiswerter realisieren.

[0024] Bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform enthält der Teillastpfad **10** stromauf des Teillast-Einlassventils **14** ein Teillast-Zusatzventil **21**, das zumindest zwischen einer Offenstellung und einer Schließstellung verstellbar ist. Das Teillast-Zusatzventil **21** ist mit einem entsprechenden Aktuator **22** gekoppelt, der mit dem Steuergerät **23** verbunden ist. Der Aktuator **22** kann z.B. eine Hochgeschwindigkeitsstelleinrichtung sein, die es beispielsweise ermöglicht, das Teillast-Zusatzventil **21** in weniger als 5 ms zwischen beiden Endstellungen umzuschalten. Das Teillast-Zusatzventil **21** ist willkürlich betätigbar. Im Unterschied dazu ist bei dieser Ausführungsform das Teillast-Einlassventil **14** z.B. mittels einer Nockenwelle **20** zwangsgesteuert. Ein derartiger Ventiltrieb ist gegenüber dem elektromagnetischen Aktuator **19** aus [Fig. 1](#) erheblicher preiswerter realisierbar. Bei der Ausführungsform gemäß [Fig. 2](#) ist das Volllast-Einlassventil **15** nach wie vor willkürlich betätigbar, insbesondere mittels eines elektromagnetischen Aktuators **19**.

[0025] Dabei kann das Teillast-Zusatzventil **21** vergleichsweise preiswert aufgebaut werden, da es vorzugsweise nur zwischen einer Sperrstellung und einer Offenstellung verstellbar sein muss. Zwischenstellungen bzw. Drosselstellungen sind nicht erforderlich.

[0026] Die Steuereinrichtung **13** ist bei dieser Ausführungsform so ausgestaltet, dass sie bei Teillast das Teillast-Einlassventil **14** zu Beginn eines Einlasshubs des dem jeweiligen Zylinder **3** zugeordneten Kolbens öffnet und zum Ende dieses Einlasshubs schließt bzw. sperrt. Erreicht wird dies mittels der Nockenwelle **20**, also mittels einer Zwangssteuerung, die mit der Kolbenbewegung gekoppelt ist. Über das Steuergerät **23** betätigt die Steuereinrichtung **13** den Aktuator **19** des Volllast-Einlassventils **15** zum permanenten Sperren des Volllastpfads **9**. Der Frischgasstrom kann dann von der Steuereinrichtung **13** über das Steuergerät **23** durch entsprechende Betätigungen des Aktuators **22**, also durch Betätigen des Teillast-Zusatzventils **21** realisiert werden. Durch ge-

zielt einstellbare Öffnungszeitpunkte und Schließzeitpunkte des Teillast-Zusatzventils **21** lassen sich gewünschte strömungsdynamische Effekte realisieren, insbesondere durch mehrphasige Beladungsvorgänge. Bei Volllast betätigt die Steuereinrichtung **13** über ihr Steuergerät **23** das Volllast-Einlassventil **15** zum Öffnen des Volllastpfads **9** während des jeweiligen Einlasshubs.

[0027] Bei der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform ist auch im Volllastpfad **9** stromauf des Volllast-Einlassventils **15** ein zusätzliches Ventil, nämlich ein Volllast-Zusatzventil **24** angeordnet, das über einen entsprechenden Aktuator **25** betätigbar ist. Das Volllast-Einlassventil **15** kann dann preiswert durch eine Zwangssteuerung betätigt werden, z.B. ebenfalls mittels einer Nockenwelle **20**.

[0028] Die Nockenwellen **20** und die Aktuatoren **19**, **22**, **25** bilden dabei Bestandteile der Steuereinrichtung **13**, ebenso wie das mit den Aktuatoren **19**, **22**, **25** verbundene Steuergerät **23**.

[0029] Bei der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform ist die Steuereinrichtung **13** so ausgebildet, dass sie bei Teillast und Volllast über die jeweilige Zwangssteuerung (z.B. die Nockenwelle **20**) die beiden Einlassventile **14**, **15** zu Beginn des Einlasshubs des zugehörigen Kolbens öffnet und zum Ende des Einlasshubs sperrt. Bei Teillast wird das Volllast-Zusatzventil **24** vom Steuergerät **23** permanent zum Sperren angesteuert. Die Einstellung des Frischgasstroms erfolgt dann über entsprechende Betätigungen des Teillast-Zusatzventils **21**. Für den Volllastbetrieb betätigt das Steuergerät **23** das Volllast-Zusatzventil **24** zum Öffnen, wobei es insbesondere permanent und maximal geöffnet sein kann. Bei Volllast kann grundsätzlich auch das Teillast-Zusatzventil **21**, insbesondere permanent und vollständig, geöffnet sein.

[0030] Die in [Fig. 4](#) gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform lediglich dadurch, dass bei den Gaspfaden **9**, **10** ein gemeinsames Einlassventil **17** zugeordnet ist. Die Betätigung der Zusatzventile **21**, **24** erfolgt dabei für Teillast und Volllast analog zu der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführungsform.

[0031] Die Frischgasanlage **5** ist vorzugsweise drosselfrei ausgestaltet. D.h., dass die Frischgasanlage **5** stromauf der Einlassventile **14**, **15**, **17** bzw. stromauf der Zusatzventile **21**, **24** keine Drosseleinrichtung zum Drosseln des Frischgasstroms enthält. Mit anderen Worten, die Frischgasanlage **5** ist entdrosselt ausgestaltet.

[0032] Im Teillastbetrieb erfolgt die Steuerung des Frischgasstroms bei den Ausführungsformen der [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) vorzugsweise dadurch, dass das Teillast-Zusatzventil **21** ausschließlich zwischen sei-

ner Sperrstellung und seiner Offenstellung verstellt wird. Hierdurch werden während des Einlasshubs des zugehörigen Kolbens eine oder mehrere Beladungsphasen realisiert, wodurch sich dynamische Strömungseffekte zur Verbesserung des Verbrennungsprozesses nutzen lassen. Bei Volllast ist das Teillast-Zusatzventil **21** zweckmäßig permanent geöffnet, so dass ein Teil des dem jeweiligen Brennraum **4** zugeführten Frischgases **6** über den Teillastpfad **10** in den jeweiligen Brennraum **4** gelangt. Desweiteren kann bei den Ausführungsformen der [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) bei Volllast das Volllast-Zusatzventil **24** und insbesondere auch das Teillast-Zusatzventil **21** permanent geöffnet sein, so dass der Frischgasstrom ausschließlich durch das Öffnen und Sperren des Einlassventils **17** bzw. der Einlassventile **14**, **15** gesteuert wird.

[0033] Im Vergleich zum Teillast-Zusatzventil **21** kann das Volllast-Zusatzventil **24** grundsätzlich vergleichsweise langsam ausgebildet sein, insbesondere können die Schaltzeiten des Volllast-Zusatzventils **24** größer sein als die Schaltzeiten der Einlassventile **14**, **15**, **17**. Im Unterschied dazu können die Schaltzeiten des Teillast-Zusatzventils **21** kleiner sein als die Schaltzeiten der Einlassventile **14**, **15**, **17**.

[0034] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann die Steuereinrichtung **13** über ihr Steuergerät **23** und den zugehörigen Aktuator **22** das Teillast-Zusatzventil **21** im Teillastbetrieb so ansteuern, dass während des Einlasshubs **3** zeitlich voneinander beabstandete Einströmphasen oder Beladungsphasen für den jeweiligen Brennraum **4** realisiert werden können. Denkbar sind beispielsweise eine Anfangsbeladungsphase, die das Öffnen des jeweiligen Einlassventils **14**, **15**, **17** umfasst, eine Endbeladungsphase, die das Schließen des jeweiligen Einlassventils **14**, **15**, **17** umfasst, sowie eine mittlere Beladungsphase, die zwischen den beiden anderen Beladungsphasen liegt.

[0035] Bei einer anderen Ausführungsform kann auch das Volllast-Zusatzventil **24** mit einem Hochgeschwindigkeitsstellantrieb als Aktuator **25** ausgestattet sein, um extrem kurze Schaltzeiten zu realisieren. Bei einer derartigen Ausführungsform kann die Steuereinrichtung **13** über ihr Steuergerät **23** bei Volllast das Volllast-Zusatzventil **24** zur Realisierung einer Impulsaufladung des jeweiligen Brennraums **4** ansteuern.

Patentansprüche

1. Kolbenmotor, insbesondere in einem Kraftfahrzeug,
 - mit mehreren Zylindern (**3**), deren Brennräume (**4**) an eine Frischgasanlage (**5**) angeschlossen sind,
 - wobei die Frischgasanlage (**5**) für wenigstens einen der Zylinder (**3**) zwei Gaspfade, nämlich einen Voll-

lastpfad (9) und einen Teillastpfad (10), aufweist, über die dem jeweiligen Brennraum (4) Frischgas (6) zuführbar ist,

– wobei eine einlassseitige Ventilanordnung (11) zum Steuern des Frischgasstroms durch die Gaspfade (9, 10) in den jeweiligen Brennraum (4) vorgesehen ist,
 – wobei zur Betätigung der Ventilanordnung (11) eine Steuereinrichtung (13) vorgesehen ist, die so ausgestaltet ist, dass sie bei Teillast durch entsprechende Ansteuerung der Ventilanordnung (11) den Volllastpfad (9) permanent sperrt und den Frischgasstrom durch den Teillastpfad (10) steuert und dass sie bei Volllast durch entsprechende Ansteuerung der Ventilanordnung (11) den Frischgasstrom zumindest durch den Volllastpfad (9) steuert.

2. Kolbenmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

– dass die Ventilanordnung (11) für den jeweiligen Zylinder (3) zwei Einlassventile aufweist, nämlich ein nur dem Teillastpfad (10) zugeordnetes Teillast-Einlassventil (14) und ein nur dem Volllastpfad (9) zugeordnetes Volllast-Einlassventil (15),
 – dass die Steuereinrichtung (13) so ausgestaltet ist, dass sie bei Teillast das Volllast-Einlassventil (15) zum permanenten Sperren des Volllastpfads (9) betätigt und das Teillast-Einlassventil (14) zum Steuern des Frischgasstroms durch den Teillastpfad (10) betätigt und dass sie bei Volllast zumindest das Volllast-Einlassventil (15) zum Steuern des Frischgasstroms durch den Volllastpfad (9) betätigt.

3. Kolbenmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

– dass die Ventilanordnung (11) für den jeweiligen Zylinder (3) ein nur dem Teillastpfad (10) zugeordnetes Teillast-Einlassventil (14), ein nur dem Teillastpfad (10) zugeordnetes, stromauf des Teillast-Einlassventils (14) angeordnetes Teillast-Zusatzventil (21) und ein nur dem Volllastpfad (9) zugeordnetes Volllast-Einlassventil (15) aufweist,
 – dass die Steuereinrichtung (13) so ausgestaltet ist, dass sie bei Teillast das Teillast-Einlassventil (14) zu Beginn eines Einlasshubs eines dem jeweiligen Zylinder (3) zugeordneten Kolbens zum Öffnen des Teillastpfads (10) betätigt und zum Ende des Einlasshubs zum Sperren des Teillastpfads (10) betätigt, das Volllast-Einlassventil (15) zum permanenten Sperren des Volllastpfads (9) betätigt und das Teillast-Zusatzventil (21) zum Steuern des Frischgasstroms durch den Teillastpfad (10) betätigt und dass sie bei Volllast zumindest das Volllast-Einlassventil (15) zum Steuern des Frischgasstroms durch den Volllastpfad (9) betätigt.

4. Kolbenmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

– dass die Ventilanordnung (11) für den jeweiligen Zylinder (3) ein nur dem Teillastpfad (10) zugeordnetes Teillast-Einlassventil (14), ein nur dem Teillastpfad

(10) zugeordnetes, stromauf des Teillast-Einlassventils (14) angeordnetes Teillast-Zusatzventil (21), ein nur dem Volllastpfad (9) zugeordnetes Volllast-Einlassventil (15) und ein nur dem Volllastpfad (9) zugeordnetes, stromauf des Volllast-Einlassventils (15) angeordnetes Volllast-Zusatzventil (24) aufweist,
 – dass die Steuereinrichtung (13) so ausgestaltet ist, dass sie bei Teillast zumindest das Teillast-Einlassventil (14) zu Beginn eines Einlasshubs eines dem jeweiligen Zylinder (3) zugeordneten Kolbens zum Öffnen des Teillastpfads (10) betätigt und zum Ende des Einlasshubs zum Sperren des Teillastpfads (10) betätigt, das Volllast-Zusatzventil (24) zum permanenten Sperren des Volllastpfads (9) betätigt und das Teillast-Zusatzventil (21) zum Steuern des Frischgasstroms durch den Teillastpfad (10) betätigt und dass sie bei Volllast zumindest das Volllast-Einlassventil (15) zu Beginn des Einlasshubs zum Öffnen des Volllastpfads (9) betätigt und zum Ende des Einlasshubs zum Sperren des Volllastpfads (9) betätigt und zumindest das Volllast-Zusatzventil (24) zum Steuern des Frischgasstroms durch den Volllastpfad (9) betätigt.

5. Kolbenmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

– dass die Ventilanordnung (11) für den jeweiligen Zylinder (3) zumindest ein beiden Gaspfaden (9, 10) zugeordnetes Einlassventil (17), ein nur dem Teillastpfad (10) zugeordnetes, stromauf des wenigstens einen Einlassventils (17) angeordnetes Teillast-Zusatzventil (21) und ein nur dem Volllastpfad (9) zugeordnetes, stromauf des wenigstens einen Einlassventils (17) angeordnetes Volllast-Zusatzventil (24) aufweist,
 – dass die Steuereinrichtung (13) so ausgestaltet ist, dass sie bei Teillast und bei Volllast das wenigstens eine Einlassventil (17) zu Beginn eines Einlasshubs eines dem jeweiligen Zylinder (3) zugeordneten Kolbens zum Öffnen beider Gaspfade (9, 10) betätigt und zum Ende des Einlasshubs zum Sperren beider Gaspfade (9, 10) betätigt, dass sie bei Teillast das Volllast-Zusatzventil (24) zum permanenten Sperren des Volllastpfads (9) betätigt und das Teillast-Zusatzventil (21) zum Steuern des Frischgasstroms durch den Teillastpfad (10) betätigt und dass sie bei Volllast zumindest das Volllast-Zusatzventil (24) zum Steuern des Frischgasstroms durch den Volllastpfad (9) betätigt.

6. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

– dass der Volllastpfad (9) einen größeren durchströmbareren Querschnitt aufweist als der Teillastpfad (10), und/oder
 – dass die Frischgasanlage (5) drosselfrei ausgestaltet ist.

7. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

- dass die Steuereinrichtung (13) so ausgestaltet ist, dass sie zum Steuern des Frischgasstroms durch den jeweiligen Gaspfad (9, 10) das jeweilige Zusatzventil (21, 24) ausschließlich zum Schalten zwischen einer Sperrstellung und einer Offenstellung ansteuert, und/oder
- dass die Steuereinrichtung (13) so ausgestaltet ist, dass sie bei Volllast die Ventilanordnung (11) so ansteuert, dass ein Teil des dem jeweiligen Brennraum (4) zugeführten Frischgases (6) über den Teillastpfad (10) zugeführt wird, und/oder
- dass die Steuereinrichtung (13) so ausgestaltet ist, dass sie bei Volllast zumindest das Volllast-Zusatzventil (24) zum permanenten Öffnen des Volllastpfads (9) betätigt und den Frischgasstrom durch wenigstens einen der Gaspfade (9, 10) durch das Öffnen und Sperren des oder der Einlassventile (14, 15, 17) steuert.

8. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

- dass das Teillast-Zusatzventil (21) so ausgestaltet ist, dass damit kürzere Schaltzeiten als mit dem Volllast-Zusatzventil (24) realisierbar sind, und/oder
- dass das Teillast-Zusatzventil (21) so ausgestaltet ist, dass damit kürzere Schaltzeiten als mit dem oder den Einlassventilen (14, 15, 17) realisierbar sind.

9. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

- dass die Steuereinrichtung (13) so ausgestaltet ist, dass sie bei Teillast durch Betätigen des Teillast-Zusatzventils (21) bei geöffnetem Teillast-Einlassventil (14) drei zeitlich voneinander beabstandete Einströmphasen für den Frischgasstrom realisiert, und/oder
- dass die Steuereinrichtung (13) so ausgestaltet ist, dass sie bei Volllast das Volllast-Zusatzventil (24) und das Volllast-Einlassventil (15) zur Realisierung einer Impulsaufladung ansteuert.

10. Kolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

- dass die Steuereinrichtung (13) das wenigstens eine gemeinsame Einlassventil (17) mittels einer Nockenwelle (20) ansteuert, oder
- dass die Steuereinrichtung (13) das Teillast-Einlassventil (14) mittels einer Nockenwelle (20) ansteuert, oder
- dass die Steuereinrichtung (13) das Teillast-Einlassventil (14) und das Volllast-Einlassventil (15) mittels wenigstens einer Nockenwelle (20) ansteuert.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

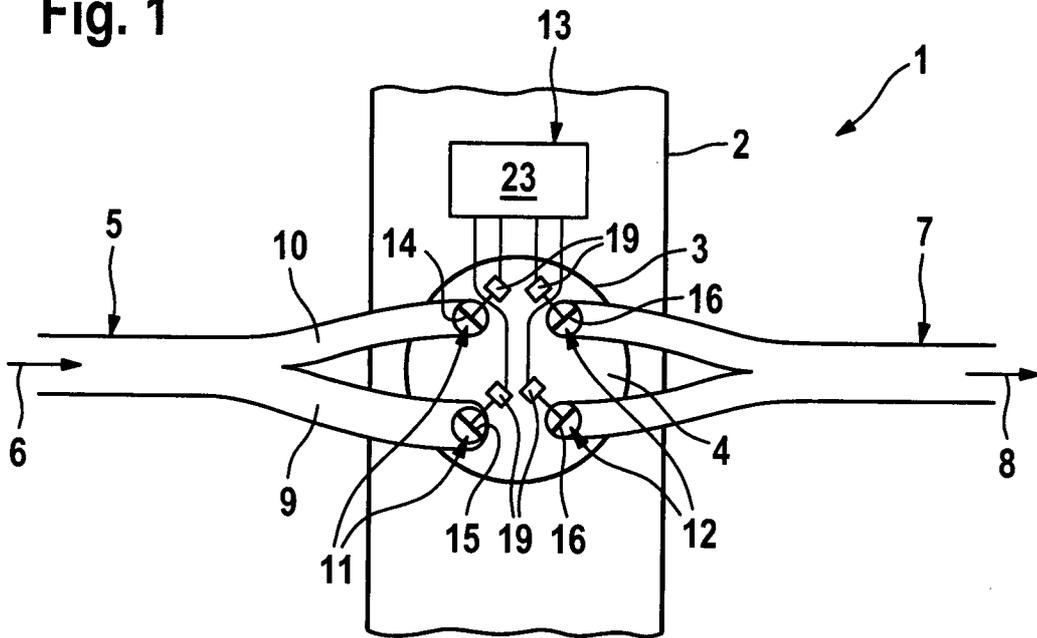


Fig. 2

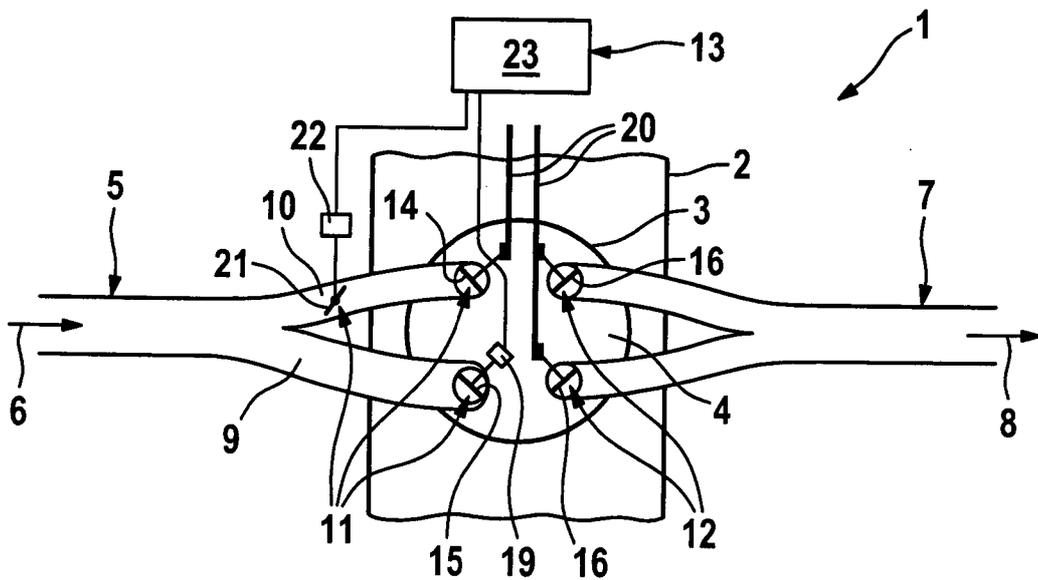


Fig. 3

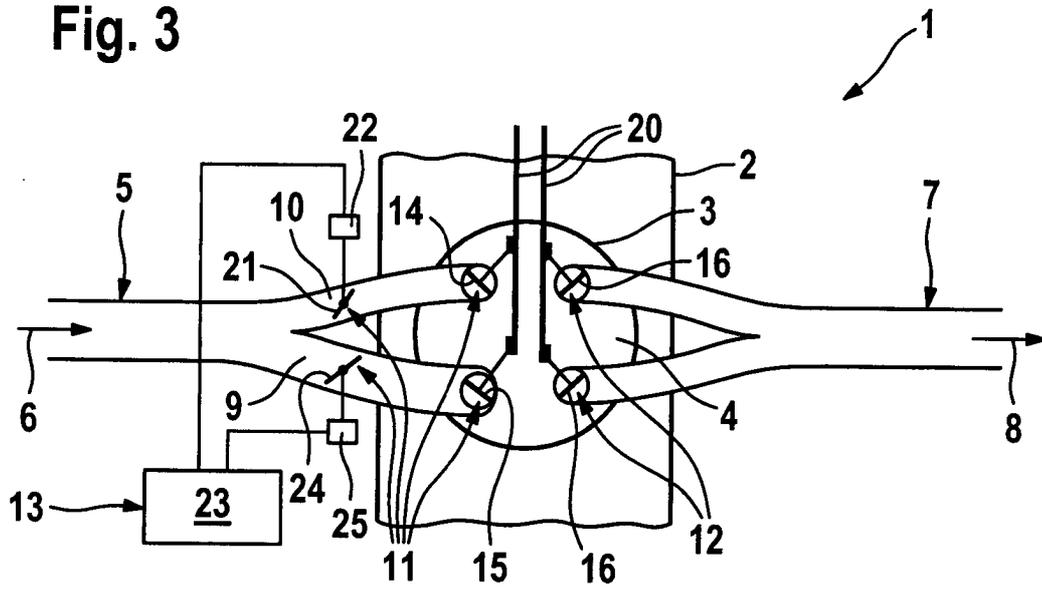


Fig. 4

