



(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer:

A 336/98

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F02M 21/02

(22) Anmeldetag:

1998-02-24

F02M 51/08

(42) Beginn der Patentdauer: 2005-04-15

(45) Ausgabetag:

2005-11-15

(56) Entgegenhaltungen:

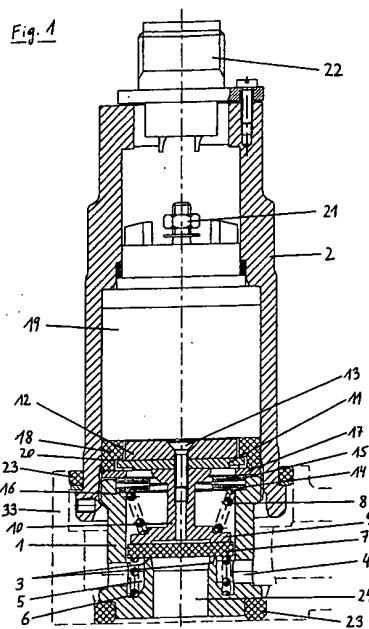
DE 3511463A1

(73) Patentinhaber:

HOERBIGER VENTILWERKE GMBH  
A-1110 WIEN (AT).

**(54) GASVENTIL**

(57) Ein Gasventil mit elektromagnetischer Betätigung, insbesonders als Brennstoffeinspritzventil für Gasmotoren, ist mit einem über den Anker (12) eines ansteuerbaren Elektromagneten (19) betätigten Dichtelement (7) zwischen dem oder jedem Brennstoffzulauf (4) und dem oder jedem Brennstoffablauf (24) und zumindest einer auf das Dichtelement (7) wirkenden Schließfeder (8) versehen. Um ein einfache herstellbares und einfach zu wartendes Gasventil mit sicher einhaltbaren kürzesten Schalt- und Ansprechzeiten zu schaffen, das vorzugsweise auch mit großem Ventilquerschnitt für den Einsatz in Multi-Point-Systemen und bei aufgeladenen Motoren, insbesondere bei Gasmotoren für Nutzfahrzeuge, geeignet ist, ist zumindest eine, das Dichtelement (7) in Öffnungsrichtung beaufschlagende Öffnungs feder (6) vorgesehen.



Die Erfindung betrifft ein Gasventil mit elektromagnetischer Betätigung, insbesonders als Brennstoffeinspritzventil für Gasmotoren, mit einem über den Anker eines ansteuerbaren Elektromagneten betätigbaren Dichtelement zwischen dem oder jedem Brennstoffzulauf und dem oder jedem Brennstoffablauf und zumindest einer auf das Dichtelement wirkenden Schließfeder.

Bei herkömmlichen Gasmotoren nach dem Otto-Prinzip wird das Brennstoff-Gas in der Saugleitung zugemischt und dann den Zylindern zugeführt. Dabei sind beispielsweise Regelventile und statische Mischer im Einsatz. Diese Systeme sind jedoch für Systeme mit elektronischer Brennstoffeinspritzung zu unhandlich. Daher wurden über Magnete geschaltete Gasdüsen eingesetzt, die den Brennstoff zudosieren und brennfähiges Gemisch im gesamten Zuleitungssystem erzeugen. Für den Einsatz in Nutzfahrzeugen ist man aufgrund der bei herkömmlichen Gasventilen zu geringen Durchlaßquerschnitten gezwungen, eine Bündelung von typischerweise bis zu zwölf dieser Gasventile vorzunehmen, um ausreichende Querschnitte zu erzielen (entsprechend einer bei PKWs üblichen Zentraleinspritzung). Aus diesem Grund sind Gasmotoren, beispielsweise Erdgas(CNG - compressed natural gas)-, Flüssiggas(LPG - liquified purified gas)- oder Wasserstoff-Motoren derzeit auch nur ohne Aufladung, d.h. mit atmosphärischem Druck, zu betreiben und erreichen typischerweise etwa 145 kW.

Zum Zwecke der besseren Regelbarkeit, besseren Brennstoffnutzung und günstigeren Schadstoffemissionen werden jedoch Systeme bevorzugt, die mit der sogenannten Multi-Point-Einspritzung arbeiten und jedem Zylinder individuell sein brennfähiges Gemisch über separate Injektoren oder Ventile zuführen. Dabei muß auch nicht im gesamten Ansaugsystem brennfähiges Gemisch vorliegen, und die Brennstoffeinspritzung erfolgt hauptsächlich nur während des Ansaugtaktes des jeweiligen Zylinders. Die derzeit bekannten Ventile sind jedoch für eine Anwendung in derartigen Systemen ungeeignet, da sie zu geringe Durchlaßquerschnitte von maximal 4 bis 5 mm<sup>2</sup> aufweisen, sodaß - was aber aus baulichen Gründen kaum möglich ist - zwei Ventile bei atmosphärischen und drei Ventile bei aufgeladenen Motoren pro Zylinder notwendig wären. Andererseits ist aber die Forderung nach größerem Durchlaßquerschnitt mit immer größeren Schwierigkeiten bei der Erzielung der geforderten kurzen Schaltzeiten und der dabei erforderlichen hohen Dosiergenauigkeit verbunden, die sich speziell im Leerlauf- und Teillastbereich bei geringem mittlerem Druck besonders auswirkt.

Es war daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein einfacher herstellbares und einfach zu wartendes Gasventil mit sicher einhaltbaren kürzesten Schalt- und Ansprechzeiten zu schaffen, das vorzugsweise auch mit großem Ventilquerschnitt für den Einsatz in Multi-Point-Systemen und bei aufgeladenen Motoren, insbesondere bei Gasmotoren für Nutzfahrzeuge, geeignet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zumindest eine, das Dichtelement in Öffnungsrichtung beaufschlagende Öffnungs feder vorgesehen ist. Durch die Öffnungs feder kann selbst für große Öffnungsquerschnitte und entsprechend große Dichtelemente ein rasches, sicheres und von Druckverhältnissen im System im wesentlichen unabhängiges Abheben des Dichtelementes vom Ventilsitz erzielt werden, wobei die Öffnungs feder die Wirkung des Elektromagneten optimal unterstützt. Darüberhinaus wird eine schwierig herzustellende zugfeste Verbindung des Dichtelementes mit der Betätigungsanordnung vermieden, da das Abheben des Dichtelementes vom Ventilsitz durch die Wirkung der Öffnungs feder erfolgen kann.

Das Ansprechverhalten und die Steuerzeiten sowohl für das Öffnen als auch das Schließen des Ventils gleich rasch sein, um die erforderliche Dosiergenauigkeit im gesamten Drehzahlbereich gewährleisten zu können, auch im Leerlauf und bei Teillast. Deshalb ist gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, daß die Differenz der Kräfte von Schließfedern- und Öffnungsfedernanordnung dem Betrag nach im wesentlichen gleich der Differenz der Kräfte des Elektromagneten und der resultierenden Kraft der Federnanordnung ist. Dadurch ergeben sich sowohl für das Öffnen als auch das Schließen gleiche Kräfte und damit auch im wesentlichen gleiche Steuer- und Ansprechzeiten.

Um zusätzlich zu den oben genannten Vorteilen möglichst hohe Durchlaßquerschnitte des Gasventils bei kleinsten Steuerzeiten zu erzielen, ist das Gasventil vorteilhafterweise als Flachsitzventil mit einem ebenen Ventilsitz und einem Dichtelement mit zumindest einer, diesem Ventilsitz zugewandten ebenen Dichtfläche ausgeführt. Damit ist auch für Gasmotoren mit

5 hohen Leistungen und daher großen erforderlichen Ventilquerschnitten ein einfacher herstellendes und zu wartendes Gasventil gegeben.

In der nachfolgenden Beschreibung soll die Erfindung anhand von zwei, in den Zeichnungen dargestellten beispielhaften Ausführungsformen näher erläutert werden, wobei aber keinerlei 10 prinzipielle Einschränkung auf die hier gewählten Ausführungsformen als Flachsitzventil bzw. den speziellen Aufbau existieren, mit Ausnahme des Prinzips der Öffnungs feder. Die Fig. 1 stellt ein Gasventil mit einer Dichtleiste, d.h. kleinerem Ventilquerschnitt, und Fig. 2 ein Gasventil mit zwei Dichtleisten und daher größerem Ventilquerschnitt dar.

15 In der Fig. 1 ist als erste Ausführungsform beispielhaft ein Flachsitz-Gasventil dargestellt, das aus einem Ventilkörper 1 und einer auf ein Außengewinde dieses Ventilkörpers 1 aufgeschraubten Magnetspannmutter 2 besteht. Der Ventilkörper 1 enthält den Ventilsitz 3, hier eine einfache ebene Dichtleiste mit im wesentlichen kreisförmiger Ausführung. Der gasförmige 20 Brennstoff bzw. das brennfähige Gemisch, beispielsweise Erdgas, Flüssiggas oder auch Wasserstoff, tritt durch die vorzugsweise radialen Brennstoffzuläufe 4 in einen Ringraum 5 im Ventilkörper 1 ein, wobei aber auch andere Eintrittsstellen oder Eintrittsrichtungen möglich sind. So könnte der gasförmige Brennstoff bzw. das brennfähige Gemisch auch durch zumindest einen axialen Kanal in den Ventilkörper 1 eintreten, der beispielsweise auch durch oder seitlich der Magnetspannmutter verlaufen kann.

25 Im Ringraum 5, der der Vergleichsmäßigung der Gasströmung zur Verbesserung des Durchtritts durch das Ventil dient, ist auch zumindest eine vorzugsweise als Schraubenfeder ausgeführte Öffnungs feder 6 eingesetzt, welche das Dichtelement 7 aus vorzugsweise Kunststoff mit einer Kraft in Öffnungsrichtung des Ventils beaufschlagt.

30 Der Ringraum 5 ist vorzugsweise unterhalb der Dichtleiste 3 und des Dichtelementes 7 angeordnet, jedoch ist ein Vergleichsmäßigungsraum auch oberhalb dieser Teile denkbar. In jedem Fall wird damit eine nachteilige Beeinflussung der Durchströmung des freigegebenen Ventilquerschnittes durch Strömungsphänomene verhindert, so daß immer der gesamte Öffnungsquerschnitt optimal durchströmt wird und die maximal mögliche Menge an Gas das Ventil passieren kann.

40 Von der entgegengesetzten Seite der Öffnungs feder 6 wirkt zumindest eine stärkere Schließfeder 8 auf das Dichtelement 7 ein, wobei vorzugsweise eine sich zum Dichtelement 7 hin konisch verjüngende Schraubenfeder als Schließfeder 8 vorgesehen ist. Die Schließfeder 8 wirkt aber nicht direkt auf das Dichtelement 7 ein, sondern auf den verbreiterten, im wesentlichen scheibenförmigen Endteil 9 eines Stempels 10, welchen Stempel 10 die Schließfeder 8 vorzugsweise umgibt. Der Endteil 10 verhindert Verformungen des Dichtelementes 7, welche beispielsweise durch die radial gegeneinander versetzten Angriffs linien der Öffnungs feder 6 und der Schließfeder 8 bewirkt werden könnten und die Dichtheit des Ventils nachteilig beeinflussen. Die Konizität der Schließfeder 8 bewirkt neben der Schließfunktion auch gleichzeitig eine Zentrierung 45 des Stempels 10 und damit auch des Dichtelementes 7 über dem Ventilsitz.

50 Im vorliegenden Fall ist keine auf Zug belastbare Verbindung zwischen Dichtelement 7 und Stempel 10 gegeben, sodaß die Öffnungs feder 6 unbedingt notwendig ist, um das Dichtelement 7 von der Dichtleiste 3 abzuheben und das Ventil zu öffnen. Um nämlich eine ausreichende Festigkeit und auch Maßhaltigkeit des Stempels 10 und auch des verbreiterten Endteils 9 zu gewährleisten, sind diese vorzugsweise aus Metall angefertigt. Andererseits soll das Dichtelement 7, um den Verschleiß der Dichtleiste 3 gering zu halten, nicht aus Metall, sondern aus 55 Kunststoff angefertigt sein, wobei aber eine dauerhafte, auf Wechselbeanspruchungen belast-

bare Stahl-Kunststoff-Verbindung schwierig herzustellen ist. Auch bei anderen Arten von Ventilkonstruktionen ist eine Öffnungs feder bzw. ein Anordnung mehrere Öffnungsfedern von Vorteil, um den Öffnungsvorgang des Ventils zu unterstützen bzw. um die Schwierigkeiten bei der Verbindung eines Kunststoffdichtelementes mit geringem Verschleiß mit einem hoch maßhaltigen und ausreichende Festigkeit aufweisenden Betätigungs elementes oder einer entsprechenden Betätigungsanordnung zu umgehen. Die vorteilhaften Wirkungen der Öffnungs feder kommen auch bei beispielsweise Nadel-, Schieber- oder Kugelventilen mit prinzipiell beliebiger Betätigungsanordnung zum Tragen, welche Betätigungsanordnungen Stössel oder Stempel, ein- und mehrteilige Systeme oder Hebelanordnungen, etc. umfassen können. Auch metallische Dichtelemente sind bei entsprechender Ausführung des Ventilsitzes denkbar, die selbst als Anker des Elektromagneten fungieren.

Der Stempel 10 ist seinerseits unter Zwischenschaltung eines Anschlag tellers 11 mit der Ankerplatte 12 aus magnetisierbarem, relativ weichem Metall verbunden, vorzugsweise über die Schraube 13. Der Anschlag teller 11 ist aus einem nicht oder nur leicht magnetisierbaren, jedoch wesentlich härteren Werkstoff als die Ankerplatte 12 angefertigt, vorzugsweise aus ausscheidungshärtendem Chromstahl.

Die Schließfeder 8 stützt sich auf der dem Endteil 9 gegenüberliegenden Seite über zwei einander konvex zugewandten Tellerfedern 14, 15 ab, wobei die mit der Schließfeder 8 in Kontakt stehende Tellerfeder 14 auf einer Abkantung 16 der Innenwandung des Ventilkörpers 1 aufliegt und damit eine im wesentlichen ortsfeste Auflage für Schließfeder 8 darstellt. Die zweite Tellerfeder 15 stützt sich über eine Zwischenscheibe 17 gegen einen Distanzring 18 ab, der wiederum an der der Ankerplatte 12 zugewandten Seite des Elektromagneten 19 anliegt.

Der die Ankerplatte 12 und den Anschlag teller 11 umgebende Distanzring 18 ist aus einem etwa durch geringste Wasseraufnahme hoch maßhaltigen und temperaturbeständigen Werkstoff angefertigt, vorzugsweise aus einem mit Mineralstoffen, Carbon- oder Glasfasern hochgefüllten Kunststoff. Besonders bevorzugte Kunststoffe für diese Anwendung sind Polyphenylsioxane (PPS), aber auch Polyätherätherketone (PEEK), Polyätherimide (PEI) und Polyphthalimide (PPA). Der Distanzring 18, der die Ankerplatte 12 auch mit geringer Reibung führt, weist eine auf den Anschlag teller 11 hin gerichtete Abkantung 20 auf, an welcher der radial über die Ankerplatte 12 hinaus auskragende Anschlag teller 11 zum Anschlag kommt, wenn sich die Ankerplatte 12 in ihrer dem Elektromagneten 19 nächsten Stellung befindet. Die Dicke des Distanzringes 18 von der Unterseite des Elektromagneten 19 bis zur Abkantung ist dabei aber immer größer als die Dicke der Ankerplatte 12, so daß auch bei vollständiger Öffnung des Ventils eine Freistellung zwischen Ankerplatte 12 und Elektromagnet 19 erhalten bleibt. Selbst bei hohen Kräften und schnellen Bewegungen des Systems Ankerplatte 12, Anschlag teller 11, Stempel 10 und Endteil 9 verhindert der harte Werkstoff des Anschlag tellers 11 eine Verformung der Ankerplatte 12 und verhindert so ein Anschlagen der Ankerplatte 12 am ebenfalls sehr weichen Werkstoff des Elektromagneten 19.

Der Elektromagnet 19, vorzugsweise als Spulenmagnet mit dreischenkeligem Joch, wird - gesteuert über die Elektronik des Einspritzsystems - über die Anschluß-Gewindestifte 21 mit Strom versorgt, der über den Stecker 22 zugeleitet wird. Die vom Elektromagneten 19 ausgeübte Kraft liegt im Bereich von 200 bis 300 N, um die erforderlichen kurzen Steuerzeiten von unter 1 ms zu erreichen. Damit die Zeiten für Öffnen und Schließen des Ventils im wesentlichen gleich sind, werden die Kräfte von Elektromagnet 19, Schließfeder 8 und Öffnungs feder 6 derart aufeinander abgestimmt, daß die Differenz der Kräfte von Elektromagnet 19 und der Anordnung der Öffnungs feder 6 und Schließfeder 8 betragsmäßig gleich der Differenz der Kräfte von Schließfeder 8 und Öffnungs feder 6 ist, so daß für das Öffnen und Schließen gleich großen Kräfte erforderlich sind und somit mittelbar gleiche Beschleunigungen auf das Dichtelement 7 wirken.

Dichtungen 23 an der Außenseite des Ventilgehäuses gewährleisten den dichten Einbau des

Gasventils in das System, in das der vom Ventil ausströmende Brennstoff bzw. das ausströmende brennfähige Gemisch über den Brennstoffablauf 24 eingeblasen wird.

Durch Drehung der Magnetspannmutter 2 kann der Abstand des darin fest gehaltenen Elektromagneten 19 und der Ankerplatte 12 eingestellt werden, wobei die Ankerplatte 12 im stromlosen Zustand des Elektromagneten 19 normalerweise durch die Wirkung der zumindest einen Schließfeder 8 auf den verbreiterten Endteil 9 des Stempels 10 in ihrer Stellung mit dem größten Abstand zum Elektromagneten 19, d.h. der Schließstellung des Ventils, ist. Der Ventilhub und damit der direkt proportionale Öffnungsquerschnitt können dadurch genau eingestellt und

10 kalibriert werden. Typischerweise werden der Ventilhub im Bereich von etwa 0,15 bis 0,3 mm und der Öffnungsquerschnitt im Bereich bis ca. 10 mm<sup>2</sup> liegen. Die Tellerfederalordnung 14, 15 gleicht diese Abstandsveränderungen für die Auflageposition der Schließfeder 8 aus, so daß diese im wesentlichen immer die gleiche Vorspannung behält und sich daher die Ventilcharakteristik bei Verstellung des Ventilhubs nicht oder nur unwesentlich verändert.

15 Die Ausführungsform des Gasventils der Fig. 2 unterscheidet sich von der Ausführungsform der Fig. 1 durch eine andere Ausführung des Ventilsitzes, der in weiterer Folge auch Änderungen bei Dichtelement, Endstück des Stempels und Brennstoffzulauf nach sich zieht. Der übrige Aufbau unterscheidet sich nicht vom oben beschriebenen.

20 Der Ventilssitz des Gasventils der Fig. 2 besteht aus zwei Dichtleisten 25, 26, die beide im wesentlichen eben kreisförmig, in der gleichen Ebene und im wesentlichen konzentrisch, vorzugsweise koaxial, angeordnet sind. Die innere Dichtleiste 26 ist auf einer Scheibe 27 ausgebildet, die über zumindest zwei, vorzugsweise drei oder mehr Stege 28 - siehe dazu auch die

25 Fig. 3 - an dem die äußere Dichtleiste 25 ausbildenden Teil des Ventilkörpers 1 gehalten ist. Um die Dichtwirkung des Dichtelementes 7' nicht zu beeinflussen, erreichen die Stege 28 nicht die Höhe der Dichtleisten 25 und 26. Damit der Brennstoff bzw. das brennfähige Gemisch über beide Dichtleisten durch das Ventil strömen kann, sind Gaspassagen auch zur inneren Dichtleiste 26 vorgesehen. Diese Gaspassagen sind im dargestellten Ausführungsbeispiel durch

30 zumindest einen zusätzlichen, vorzugsweise ebenfalls radialen Brennstoffzulauf 29, Öffnungen 30 im verbreiterten Endteil 9 des Stempels 10 und die zumindest eine zentrale Ausnehmung 31 im dadurch vorzugsweise ringförmigen Dichtelemente 7' gebildet. Alternativ dazu könnten auch Verbindungskanäle oder axiale nutförmige Ausnehmungen in der Innenwandung des Ventilkörpers 1 zur Verbindung des Ringraumes 5 mit dem oberhalb des Dichtelement 7' liegenden

35 Raumes 32 vorgesehen sein.

Aufgrund des Vorhandenseins zweier, fast gleich langer Dichtleisten 25 und 26 ist der Ventilquerschnitt des in Fig. 2 dargestellten Gasventils bei gleichen Steuerzeiten wie für die erste beschriebene Ausführungsform fast doppelt so groß und liegt bei etwa 15 bis 18 mm<sup>2</sup>.

40 Durch strichlierte Linien ist eine Gasverteilerleiste 33 angedeutet, in welche das Gasventil über die Dichtungen 23 abgedichtet eingesetzt ist und in der sie durch eine die Magnetspannmutter 2 umgebende Klemmplatte (nicht dargestellt) fixiert ist.

45

## Patentansprüche:

1. Gasventil mit elektromagnetischer Betätigung, insbesonders als Brennstoffeinspritzventil für Gasmotoren, mit einem über den Anker eines ansteuerbaren Elektromagneten betätigten Dichtelement zwischen dem oder jedem Brennstoffzulauf und dem oder jedem Brennstoffablauf, zumindest einer auf das Dichtelement wirkenden Schließfeder und zumindest einer das Dichtelement in Öffnungsrichtung beaufschlagenden Öffnungs feder, *durch gekennzeichnet*, daß die Differenz der Kräfte von Schließfedern (8)- und Öffnungs federn (6) dem Betrag nach im wesentlichen gleich der Differenz der Kräfte des Elektromagneten (19) und der resultierenden Kraft der Federnanordnung (6, 8) ist.

2. Gasventil nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Gasventil als Flachsitzventil mit einem ebenen Ventilsitz (3) und einem Dichtelement (7) mit zumindest einer, diesem Ventilsitz zugewandten ebenen Dichtfläche ausgeführt ist.

5

## Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Fig. 1

