

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 335/98  
(22) Anmeldetag: 1998-02-24  
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-04-15  
(45) Ausgabetag: 2005-11-15

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **F02M 21/02**  
**F02B 43/00**

(56) Entgegenhaltungen:  
US 5035360A

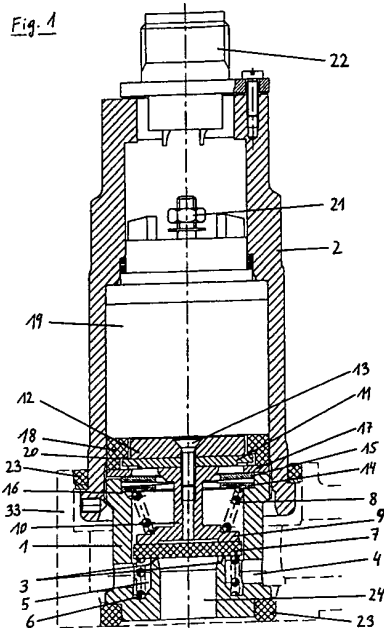
(73) Patentinhaber:  
HOERBIGER KOMPRESSORTECHNIK  
SERVICES GMBH  
A-1040 WIEN (AT).

(72) Erfinder:  
STEINRÜCK PETER DR.  
HALLSTADT, OBERÖSTERREICH (AT).

### (54) GASVENTIL

(57) Ein Gasventil mit elektromagnetischer Betätigung, insbesondere als Brennstoffeinspritzventil für Gasmotoren, weist ein über den Anker (12) eines ansteuerbaren Elektromagneten (19) betätigbares Dichtelement (7) zwischen dem oder jedem Brennstoffzulauf (4) und dem oder jedem Brennstoffablauf (24) und zumindest eine auf das Dichtelement (7) wirkende Schließfeder (8) auf, wobei ein Einstell-element für den Abstand zwischen dem Elektromagneten und dem Anker in geschlossenem Zustand des Ventils, d.h. für den Ventilhub, in Form einer mit einem Gewinde versehenen und auf ein Gewinde des eigentlichen Ventilgehäuses verstellbar aufgeschraubten Spannmutter vorgesehen ist.

Um bei großem Durchlaßquerschnitt und kürzesten Schalt- und Ansprechzeiten, einen einfach und rasch kalibrierbaren und in einem gewissen Bereich einstellbaren Öffnungsquerschnitt zu erhalten und dabei die Öffnungs- und Schließcharakteristik möglichst wenig zu beeinflussen, ist das den Elektromagneten (19) aufnehmende Gehäuse als mit einem Gewinde versehene Magnetspannmutter (2) ausgebildet und auf ein Gewinde des eigentlichen Ventilgehäuses (1) verstellbar aufgeschraubt.



Die Erfindung betrifft ein Gasventil mit elektromagnetischer Betätigung, insbesondere 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, wobei ein Einstellelement für den Abstand zwischen dem Elektromagneten und dem Anker in geschlossenem Zustand des Ventils, d.h. für den Ventilhub, in Form einer mit einem Gewinde versehenen und auf ein Gewinde des eigentlichen Ventilgehäuses verstellbar aufgeschraubten Spannmutter vorgesehen ist.

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. Die US-A-5.035,360 offenbart ein Gasventil mit einstellbarem Öffnungsquerschnitt durch Verstellbarkeit des Ventilsitzes in bezug auf den Ventilkörper, wobei hierdurch aber die Schließfeder unterschiedlich gespannt und damit die Öffnungs- und Schließcharakteristik des Ventils verändert wird.

Es war daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Gasventil - in vorteilhafter Ausführungsform mit gleichzeitig großem Durchlaßquerschnitt und kürzesten Schalt- und Ansprechzeiten, speziell für den Einsatz in Multi-Point-Systemen und bei aufgeladenen Motoren, insbesondere bei Gasmotoren für Nutzfahrzeuge - zu schaffen, welches sich durch einen einfach und rasch kalibrierbaren und in einem gewissen Bereich einstellbaren Öffnungsquerschnitt auszeichnet, wobei durch die Einstellbarkeit die Öffnungs- und Schließcharakteristik möglichst wenig beeinflusst ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das den Elektromagneten aufnehmende Gehäuse als mit einem Gewinde versehene Magnetspannmutter ausgebildet und auf ein Gewinde des eigentlichen Ventilgehäuses verstellbar aufgeschraubt ist. Bei vielen Arten von Ventilen ist der Öffnungsquerschnitt direkt proportional dem Hub des Dichtelementes, d.h. dem Ventilhub, so daß dessen genaue Einstellung und Kalibrierbarkeit für die genaue Einstellung und Überprüfung der Dosiergenauigkeit des Ventils wesentlich ist. Die Magnetspannmutter ist leicht zugänglich und gut handhabbar, so daß die Einstellung und Kalibrierung sehr einfach und rasch durchführbar ist, ohne das Ventil öffnen zu müssen oder über komplizierte Einstellmecha-

nismen auf innenliegenden Teile einwirken zu müssen. Auch kann durch die Ausgleichsvorrichtungen für die Schließfeder des erfindungsgemäßen Gasventils die Vorspannung dieser Feder im wesentlichen für jeden Öffnungsquerschnitt gleich groß gehalten werden, so daß eine Beeinflussung der Öffnungs- und Schließcharakteristik des Ventil weitestgehend vermieden werden kann.

Um selbst für kleinste Steuerzeiten besonders hohe Ventil-Durchlaßquerschnitte zu erzielen, die in der oben beschriebenen Art und Weise einstell- und kalibrierbar sind, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß das Gasventil als Flachsitzventil mit einem ebenen Ventilsitz und einem Dichtelement mit zumindest einer, diesem Ventilsitz zugewandten ebenen Dichtfläche ausgeführt ist. Mit dieser Konstruktion lassen sich hohe Ventilquerschnitte bei sehr kleinen Schaltzeiten verlässlich und sicher schalten, so daß ein derartiges Gasventil auch bei Leerlaufdrehzahl bzw. bei Teillast die notwendigen Steuerzeiten von unter 1 ms mit hoher und für jedes Ventil im System separat einstellbarer und kalibrierbarer Genauigkeit erzielen lassen. Derartige Ventile sind speziell für die Verwendung in Gasmotoren für Nutzfahrzeuge von Vorteil.

In der nachfolgenden Beschreibung wird die Erfindung anhand von zwei, in den beigefügten Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei aber keinerlei Beschränkungen auf die hier beispielhaft gewählte Ventilkonstruktion als Flachsitzventil und/oder die spezielle Ausführung für Elektromagnet und Anker existieren. Die Fig. 1 zeigt dabei ein Gasventil mit kleinerem Ventilquerschnitt aufgrund einer Dichtleiste und Fig. 2 ist ein Gasventil mit zwei Dichtleisten und daher größerem Ventilquerschnitt.

In der Fig. 1 ist als eine mögliche Ausführungsform mit einem großen und gleichzeitig schnell schaltbaren Ventilquerschnitt 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 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.

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

Der Ringraum 5 ist vorzugsweise unterhalb der Dichtleiste 3 und des Dichtelementes 7 angeordnet, jedoch ist ein Vergleichmäßigungsraum 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. Von der entgegengesetzten Seite der Öffnungsfeder 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 Angriffslinien der Öffnungsfeder 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 des Stempels 10 und damit auch des Dichtelementes 7 über dem Ventilsitz.

Die Öffnungsfeder 6 bzw. die gesamte Öffnungsfedernanordnung ist vorteilhafterweise um soviel schwächer als die Schließfeder 8 bzw. die gesamte Schließfedernanordnung, daß die Differenz der Kräfte von Schließ- und Öffnungsfeder betragsmäßig gleich der Differenz der Kräfte von Elektromagnet und Federnanordnung ist.

Selbstverständlich ist aber - mit Unterschieden im erreichbaren Ventilquerschnitt und/oder den Steuerzeiten - jede andere Form von Dichtelement und Betätigungsanordnung möglich, beispielsweise ein Dichtelement in Nadel-, Schieber- oder Kugelform, welches über prinzipiell jede Art von Betätigungsanordnung gesteuert werden kann, etwa über fest mit dem Dichtelement verbundene Stößel oder Stempel, über ein- oder mehrteilige Systeme oder Hebelanordnungen, etc. Auch ein metallisches Dichtelement selbst als Anker des Elektromagneten wäre, bei entsprechender verschleißarmer Ausführung des Ventilsitzes, möglich.

Im vorliegenden Fall ist keine auf Zug belastbare Verbindung zwischen Dichtelement 7 und Stempel 10 gegeben, sodaß die Öffnungsfeder 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 Kunststoff angefertigt sein, wobei aber eine dauerhafte, auf Wechselbeanspruchungen belastbare Stahl-Kunststoff-Verbindung schwierig herzustellen ist. Selbstverständlich ist zumindest eine Unterstützung des Öffnungsvorganges des Ventils auch bei den anderen genannten Ventiltypen von Vorteil, auch wenn eine zugfeste Verbindung von Anker und Dichtelement gegeben ist.

Der Stempel 10 ist seinerseits unter Zwischenschaltung eines Anschlagtellers 11 mit der Ankerplatte 12 aus magnetisierbarem, relativ weichem Metall verbunden, vorzugsweise über die Schraube 13. Der Anschlagteller 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 Anschlagteller 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 Polyphenylsiloxane (PPS), aber auch Polyätherätherketone (PEEK), Polyätherimide (PEI) und Polyphthalamide (PPA). Der Distanzring 18, der die Ankerplatte 12 auch mit geringer Reibung führt, weist eine auf den Anschlagteller 11 hin gerichtete Abkantung 20 auf, an welcher der radial über die Ankerplatte 12 hinaus auskragende Anschlagteller 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, Anschlagteller 11, Stempel 10 und Endteil 9 verhindert der harte Werkstoff des Anschlagtellers 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 dreischenkligem 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 Öffnungsfeder 6 derart aufeinander abgestimmt, daß die Differenz der Kräfte von Elektromagnet 19 und der Anordnung der Öffnungsfeder 6 und Schließfeder 8 betragsmäßig gleich der Differenz der Kräfte von Schließfeder 8 und Öffnungsfeder 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. Im dargestellten Beispiel ist also die Magnetspannmutter 2 das Einstellelement für den Abstand zwischen dem Elektromagneten 19 und dem Anker 12, d.h. für den Ventilhub. Andererseits sind auch zusätzliche, separate Einstellelemente wie separate Stellschrauben, einstellbare Zwischenringe oder Zwischenringe mit unterschiedlicher Stärke, einrastbare Stellkulissen od. dgl. möglich.

Der Ventilhub und damit der direkt proportionale Öffnungsquerschnitt können dadurch genau eingestellt und 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 Tellerfederanordnung 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 Ventilhubes nicht oder nur unwesentlich verändert.

Die Ausführungsform des Gasventils der Fig. 2 unterscheidet sich von der Ausführungsform der Fig. 1 nur 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.

Der Ventilsitz 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 coaxial, angeordnet sind. Die innere Dichtleiste 26 ist auf einer Scheibe 27 ausgebildet, die über zumindest zwei, vorzugsweise drei oder mehr Stege 28 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 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 nuttförmige Ausnehmungen in der Innenwandung des Ventilkörpers 1 zur Verbindung des Ringraumes 5 mit dem oberhalb des Dichtelement 7' liegenden 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>.

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. Wenn die Klemmplatte aufgesetzt und festgeschraubt ist, bewirkt deren Druck auf die Magnetspannmutter 2 über die obere Dichtung 23 gleichzeitig mit der Fixierung des Ventils in der Gasverteilerleiste 33, daß die jeweilige Stellung der Magnetspannmutter 2 bezüglich Verdrehung und daher Veränderung des Abstandes zwischen Elektromagnet 19 und Ankerplatte 12 gesichert ist. Damit ist auch der gerade eingestellte Ventilhub sicher fixiert.

### Patentansprüche:

1. Gasventil mit elektromagnetischer Betätigung, insbesondere als Brennstoffeinspritzventil für Gasmotoren, mit einem über den Anker (12) eines ansteuerbaren Elektromagneten (19) betätigbaren Dichtelement (7) zwischen dem oder jedem Brennstoffzulauf (4) und dem oder jedem Brennstoffablauf (24) und zumindest einer auf das Dichtelement (7) wirkenden Schließfeder (8), wobei ein Einstellelement für den Abstand zwischen dem Elektromagneten und dem Anker in geschlossenem Zustand des Ventils, d.h. für den Ventilhub, in Form einer mit einem Gewinde versehenen und auf ein Gewinde des eigentlichen Ventilgehäuses verstellbar aufgeschraubten Spannmutter vorgesehen ist, *dadurch gekennzeichnet*, daß das den Elektromagneten (19) aufnehmende Gehäuse als mit einem Gewinde versehene Magnetspannmutter (2) ausgebildet und auf ein Gewinde des eigentlichen Ventilgehäuses (1) verstellbar aufgeschraubt 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.

### Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

