



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 11 352 T2** 2007.06.14

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 369 582 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 11 352.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 253 570.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **05.06.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.12.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **24.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.06.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02M 69/54 (2006.01)**  
**F02M 37/22 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**386535 P      06.06.2002      US**

(73) Patentinhaber:  
**Siemens VDO Automotive Corp., Auburn Hills,  
Mich., US**

(74) Vertreter:  
**Berg, P., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 80339 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR**

(72) Erfinder:  
**McIntyre, Brian Clay, Suffolk, VA 23434, US;  
Robinson, Barry S., Williamansburg, VA 23185,  
US; Wynn Jr, James Archie, Virginia Beach, VA  
23464, US**

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffsystem mit einem Durchflussdruckregler**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kraftstoffsystem für einen Verbrennungsmotor sowie spezieller ein Kraftstoffsystem, welches einen Druckregler enthält, für ein Fahrzeug, das durch einen Verbrennungsmotor mit Kraftstoffeinspritzung angetrieben wird.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** In den meisten modernen Kraftstoffsystemen für Kraftfahrzeuge kommen Kraftstoffeinspritzventile zum Einsatz, die Kraftstoff zur Verbrennung in die Zylinder des Motors fördern. Die Kraftstoffeinspritzventile sind an einer Kraftstoff-Verteilerleitung angeordnet, in die Kraftstoff mittels einer Pumpe bereitgestellt wird. Der Druck, mit dem der Kraftstoff in der Kraftstoff-Verteilerleitung bereitgestellt wird, muss reguliert werden, um eine ordnungsgemäße Funktion der Kraftstoffeinspritzventile zu gewährleisten. Die Regulierung erfolgt mithilfe von Druckreglern, die den Druck des Kraftstoffs im System auf jedem Drehzahlniveau des Motors kontrollieren.

**[0003]** Die Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeit, die in Litern pro Stunde gemessen wird, durch in der Technik bekannte Druckregler ist bei hoher Geschwindigkeit des Motors, die in Umdrehungen pro Minute gemessen wird, tendenziell gering, da im Verbrennungsprozess große Mengen Kraftstoff verbraucht werden. Bei niedrigen Motorgeschwindigkeiten wird in der Verbrennung weniger Kraftstoff verbraucht und sind die Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeiten durch die Druckregler hoch. Diese hohen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeiten können zu einem inakzeptabel hohen Strömungsgeräusch- und Druckpegel führen.

**[0004]** Gemäß einem in der Technik bekannten Kraftstoffsystem, wie es in [Abb. 8](#) dargestellt ist, wird Kraftstoff in einem in ein Fahrzeug eingebauten Kraftstofftank gelagert. Der Kraftstoff wird mittels einer Pumpe aus dem Kraftstofftank entnommen und durch einen Filter in die Kraftstoffeinspritzventile gefördert, welche den Kraftstoff in die Verbrennungszylinder im Motor bereitstellen. Die Kraftstoffeinspritzventile sind an einer Kraftstoff-Verteilerleitung angeordnet, in die Kraftstoff mittels einer Pumpe bereitgestellt wird. Der Druck, mit dem der Kraftstoff in der Kraftstoff-Verteilerleitung bereitgestellt wird, muss reguliert werden, um eine ordnungsgemäße Funktion der Kraftstoffeinspritzventile zu gewährleisten. Die Regulierung erfolgt mithilfe von Druckreglern, die den Druck des Kraftstoffs im System auf jedem Drehzahlniveau des Motors kontrollieren.

**[0005]** Ein erster bekannter Druckregler, wie er in

[Abb. 9](#) dargestellt ist, beinhaltet einen federbelasteten Ventilsitz mit einem Durchflusskanal in Längsrichtung. Der Durchflusskanal in Längsrichtung, welcher einen gleich bleibenden Querschnitt orthogonal zu einer Längsachse aufweist, kann in der Länge entlang der Längsachse modifiziert werden, um die Geräusch- und Fließleistungseigenschaften geringfügig zu verändern.

**[0006]** Ein zweiter bekannter Druckregler, wie er in [Abb. 10](#) dargestellt ist, umfasst einen abgesetzten Durchflusskanal in Längsrichtung sowie auf beiden Seiten kreuzweise quergebohrte orthogonale Öffnungen. Diese kreuzweise quergebohrten Öffnungen streuen den Fluidstrom in einer Art und Weise, die eine Verbesserung der Strömungsgeräusch- und Fließleistungseigenschaften des bekannten Druckreglers aus [Abb. 9](#) bewirkt. Allerdings ist die Herstellung eines Ventilsitzes mit dem abgesetzten Durchflusskanal in Längsrichtung und kreuzweise quergebohrten Öffnungen ein kostenintensiver Fertigungsprozess. Die europäische Patentschrift EP 1 1068 18 beschreibt ein Kraftstoffsystem, in dem ein Halteelement an einem Ventilsitz befestigt ist, der in einer zentralen Öffnung einer Membran angebracht ist.

**[0007]** Es besteht die Überzeugung, dass ein Kraftstoffsystem benötigt wird, das einen Druckregler beinhaltet, der kostengünstiger in der Fertigung ist und das Strömungsgeräusch sowie den Druck innerhalb akzeptabler Grenzen hält, auch bei hohen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeiten.

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0008]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Kraftstoffsystem für einen mit Kraftstoff betriebenen Verbrennungsmotor einen Kraftstofftank, der so beschaffen ist, dass er den Kraftstoff enthält; eine Pumpe, die geeignet ist, den Kraftstoff aus dem Kraftstofftank zu entnehmen und den Kraftstoff mit Druck zu beaufschlagen; und einen Druckregler, der Folgendes umfasst: eine Trennvorrichtung zwischen einer ersten Kammer und einer zweiten Kammer, einen Ventilsitz, der einen Durchflusskanal zwischen den Kammern definiert, wobei ein Fluidaustausch zwischen der ersten und der zweiten Kammer über den Durchflusskanal zugelassen wird; und eine Haltevorrichtung zur Befestigung der Membran am Ventilsitz; sowie Rohrleitungen, die den Kraftstofftank und die Pumpe miteinander verbinden, wobei die Rohrleitungen so beschaffen sind, dass sie Kraftstoff für den Verbrennungsmotor bereitstellen; wobei die Haltevorrichtung zur Befestigung der Membran am Ventilsitz perforiert ist und einen zylinderförmigen Bereich umfasst, der sich entlang der Längsachse erstreckt und in Bezug auf den Ventilsitz fixiert ist; sowie einen axialen Endbereich, der sich allgemein orthogonal bezogen auf die Längsachse von dem zylinderförmigen Bereich weg erstreckt, wo-

bei der axiale Endbereich eine Vielzahl von Öffnungen umfasst, wobei ein Fluidaustausch zwischen dem Durchflusskanal und der zweiten Kammer durch die Vielzahl der Öffnungen ermöglicht wird, wobei der Druckregler mindestens entweder ein allgemein gleich bleibendes Strömungsgeräusch bei allen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeiten oder einen allgemein einheitlichen Druck bei allen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeiten bereitstellt.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] Die beigefügten Zeichnungen, die in die vorliegende Patentschrift einbezogen sind und einen Bestandteil derselben darstellen, veranschaulichen derzeit bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung und dienen gemeinsam mit der vorstehenden allgemeinen Beschreibung sowie mit der weiter unten gegebenen ausführlichen Beschreibung zur Erläuterung der Merkmale der Erfindung.

[0010] [Abb. 1](#) veranschaulicht ein Kraftstoffsystem gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0011] [Abb. 2](#) veranschaulicht einen Durchfluss-Druckregler des Kraftstoffsystems aus [Abb. 1](#).

[0012] [Abb. 3](#) zeigt eine Schnittansicht des Ventilsitzes des Durchfluss-Druckreglers aus [Abb. 2](#).

[0013] [Abb. 4](#) zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie IV-IV in [Abb. 5](#) der Haltevorrichtung des Durchfluss-Druckreglers aus [Abb. 2](#).

[0014] [Abb. 5](#) zeigt eine detaillierte Ansicht der Haltevorrichtung aus [Abb. 4](#).

[0015] [Abb. 6](#) ist ein Graph, der die Beziehung zwischen dem Strömungsgeräusch, gemessen in Sones, und der Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeit, gemessen in Kilogramm pro Stunde, darstellt.

[0016] [Abb. 7](#) ist ein Graph, der die Beziehung zwischen dem Druck, gemessen in Kilopascal, und der Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeit, gemessen in Kilogramm pro Stunde, darstellt.

[0017] [Abb. 8](#) ist ein in der Technik bekanntes Kraftstoffsystem.

[0018] [Abb. 9](#) stellt einen ersten bekannten Druckregler dar.

[0019] [Abb. 10](#) stellt einen zweiten bekannten Druckregler dar.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0020] [Abb. 1](#) veranschaulicht ein Kraftstoffsystem

**1000**, welches einen Kraftstofftank **1010**, eine Pumpe **1020**, einen Filter **1030**, einen Durchfluss-Druckregler **1040**, eine Kraftstoff-Verteilerleitung **1050**, mindestens ein Kraftstoffeinspritzventil **1060** und einen Verbrennungsmotor **1070** umfasst. Diese Bestandteile sind durch Rohrleitungen, die an späterer Stelle noch ausführlicher beschrieben werden, miteinander verbunden.

[0021] Der Kraftstofftank **1010** enthält Kraftstoff **1012**. Die Pumpe **1020** wird dargestellt als innerhalb des Kraftstofftanks **1010** angeordnet. Die Pumpe **1020** kann jedoch auch außerhalb des Kraftstofftanks **1010** angeordnet oder in Bezug auf den Kraftstofftank **1010** entfernt montiert sein. Der Filter **1030** und der Durchfluss-Druckregler **1040** werden als innerhalb der Pumpe **1020** angeordnet dargestellt. Der Filter **1030** und der Durchfluss-Druckregler **1040** können jedoch auch entweder einzeln oder als kombiniertes Bauteil außerhalb der Pumpe **1020** angeordnet oder in Bezug auf die Pumpe **1020** entfernt montiert sein. Der Kraftstofftank **1010**, die Pumpe **1020**, der Filter **1030** und der Durchfluss-Druckregler **1040** können durch Rohrleitungen miteinander verbunden sein, sodass der Kraftstoff **1012** im Filter **1030** gefiltert werden kann, bevor er in die Pumpe **1020** gelangt, oder zwischen der Pumpe **1020** und der Kraftstoff-Verteilerleitung **1050**. Der Durchfluss-Druckregler **1040** kann in eine Verzweigung der Rohrleitungen zwischen der Pumpe **1020** und dem Filter **1030** oder zwischen dem Filter **1030** und der Kraftstoff-Verteilerleitung **1050** angeordnet sein. Kraftstoff **1012**, der aus dem Durchfluss-Druckregler **1040** austritt, wird in den Kraftstofftank **1010** zurückgeleitet. Der in die Kraftstoff-Verteilerleitung **1050** geförderte Kraftstoff **1012** wird in jedes der Kraftstoffeinspritzventile **1060** transportiert und anschließend von dem Kraftstoffeinspritzventil **1060** in den Verbrennungsmotor **1070** eingespritzt, beispielsweise in die einzelnen Verbrennungszylinder des Verbrennungsmotors **1070**.

[0022] [Abb. 2](#) zeigt einen Durchfluss-Druckregler **1040** gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Durchfluss-Druckregler **1040** umfasst ein Gehäuse **20**. Das Gehäuse **20** ist durch eine Trennvorrichtung **30** in eine erste Kammer **40** und eine zweite Kammer **50** unterteilt. Die Trennvorrichtung **30** weist einen Durchflusskanal **60** auf, der die erste Kammer **40** mit der zweiten Kammer **50** verbindet. Ein Schließelement **70** ermöglicht bzw. verhindert einen Durchfluss durch den Durchflusskanal **60**. Ein Filter **80** kann in dem Strömungspfad des Gehäuses **20** angeordnet sein. Das Gehäuse **20** verfügt über einen Einlass **202** und einen Auslass **204**, die entlang einer Längsachse A versetzt angeordnet sind. Das Gehäuse **20** kann einen ersten Gehäuseteil **206** und einen zweiten Gehäuseteil **208** umfassen, die zusammengebördelt sind, um ein einheitliches Gehäuse **20** mit einem innen liegenden Hohlraum **211** zu bilden. Obwohl das einheitliche Gehäuse von zwei zusammengesetzten

Einzelteilen gebildet wird, versteht es sich von selbst, dass das einheitliche Gehäuse auch aus einer Mehrzahl von Elementen, die miteinander verbunden werden, oder alternativ aus einem Stück geformt sein kann. Der Einlass **202** des Gehäuses **20** ist in dem ersten Gehäuseeteil **206** angeordnet und der Auslass **204** des Gehäuses **20** ist in dem zweiten Gehäuseeteil **208** angeordnet. Der Einlass **202** kann eine Vielzahl von Öffnungen **210** sein, welche in dem ersten Gehäuseeteil **206** vorhanden sind. Der Auslass **204** kann ein Auslasskanal **212** sein, der in dem zweiten Gehäuseeteil **208** angeordnet ist.

**[0023]** Der erste Gehäuseeteil **206** kann einen ersten Basisteil **214**, eine erste Seitenwand **218**, die sich in einer ersten Richtung entlang der Längsachse A von dem ersten Basisteil **214** weg erstreckt, sowie einen ersten Flansch **220**, der sich von der ersten Seitenwand **218** in einer Richtung erstreckt, welche im Wesentlichen quer zu der Längsachse A verläuft, umfassen. Der zweite Gehäuseeteil **208** kann einen zweiten Basisteil **222**, eine zweite Seitenwand **224**, die sich in einer zweiten Richtung entlang der Längsachse A von dem zweiten Basisteil **222** weg erstreckt, sowie einen zweiten Flansch **226**, der sich von der zweiten Seitenwand **224** in einer Richtung erstreckt, welche im Wesentlichen quer zu der Längsachse A verläuft, umfassen. Eine Trennvorrichtung **30**, die eine Membran **300** enthalten kann, ist zwischen dem ersten Flansch **220** und dem zweiten Flansch **226** befestigt, um die erste Kammer **40** und die zweite Kammer **50** gegeneinander abzugrenzen. Der erste Flansch **220** kann um die Umfangskante des zweiten Flanschs **226** herumgreifen und kann mit dem zweiten Flansch **226** zusammengebördelt sein, um das einheitliche Gehäuse **20** zu bilden.

**[0024]** Ein erstes Vorspannelement **90**, welches vorzugsweise eine Feder ist, ist in der zweiten Kammer **50** angeordnet. Das erste Vorspannelement **90** befindet sich in Eingriff mit einem Positionierungselement **228** an dem Basisteil **222** des zweiten Gehäuseteils **208** und spannt die Trennvorrichtung **30** in Richtung des Basisteils **214** des ersten Gehäuseteils **206** vor. Das erste Vorspannelement **90** spannt die Trennvorrichtung **30** des Durchfluss-Druckreglers **1040** mit einer vorab festgelegten Kraft vor, die sich nach dem Druck richtet, der für den Durchfluss-Druckregler **1040** gewünscht wird. Der Basisteil **222** des zweiten Gehäuseteils **208** besitzt einen eingebuchteten Mittelteil, welcher den Auslasskanal **212** sowie das Positionierungselement **228** bildet. Das erste Ende der Vorspannfeder **90** ist an dem Positionierungselement **228** befestigt, während das zweite Ende der Vorspannfeder **90** durch ein Halteelement **302** gehalten werden kann, welches an einem Ventilsitz **304** befestigt ist, der in einer zentralen Öffnung **306** der Membran **300** angebracht ist.

**[0025]** [Abb. 3](#) zeigt eine bevorzugte Ausführungs-

form des Ventilsitzes **304**. Der Ventilsitz **304** wird durch die Membran **300** im Gehäuse **20** schwingfähig gehalten ([Abb. 2](#)) und stellt den Durchflusskanal **60** bereit, welcher einen ersten Abschnitt **602** und einen zweiten Abschnitt **604** umfasst. Der Ventilsitz **304** besteht aus einem ersten Sitzteil **304A** und einem zweiten Sitzteil **304B**, die entlang der Längsachse A angeordnet sind. Der erste Sitzteil **304A** ist in der ersten Kammer **40** angeordnet und der zweite Sitzteil **304B** ist in der zweiten Kammer **50** angeordnet ([Abb. 2](#)). Der erste Abschnitt **602** des Durchflusskanals **60** erstreckt sich entlang der Längsachse A sowohl durch den ersten Sitzteil **304A** als auch durch den zweiten Sitzteil **304B** des Ventilsitzes **304**. Der zweite Abschnitt **604**, der sich ebenfalls entlang der Längsachse A erstreckt, liegt in dem zweiten Sitzteil **304B** des Ventilsitzes **304**.

**[0026]** Der Ventilsitz **304** besitzt vorzugsweise eine erste Fläche **308**, die in der ersten Kammer **40** angeordnet ist ([Abb. 2](#)), eine zweite Fläche **310**, die in der zweiten Kammer **50** angeordnet ist ([Abb. 2](#)), und eine Seitenfläche **312**, die sich zwischen der ersten Fläche **308** und der zweiten Fläche **310** erstreckt. Der erste Abschnitt **602** des Durchflusskanals **60** steht in Verbindung mit der ersten Fläche **308**. Der zweite Abschnitt **604** des Durchflusskanals **60** steht in Verbindung mit dem ersten Abschnitt **602** und mit der zweiten Fläche **310**. Der erste Abschnitt **602** weist einen ersten Durchmesser **606A** auf und der zweite Abschnitt **604** weist einen zweiten Durchmesser **606B** auf, welcher von dem ersten Durchmesser **606A** abgesetzt ist wie in [Abb. 3](#) zu sehen.

**[0027]** Die Seitenfläche **312** des Ventilsitzes **304** kann einen unterschrittenen Rand **314** aufweisen, der unter Umständen die Pressverbindung zwischen dem Halteelement **302** und dem Ventilsitz **304** verbessert.

**[0028]** Es ist zu beachten, dass der Ventilsitz **304** gemäß der vorliegenden Erfindung ein aus einem Stück geformter Ventilsitz sein oder alternativ aus mehreren separaten Bauteilen zusammengesetzt sein kann. Die in [Abb. 3](#) angegebenen Abmessungen sind lediglich beispielhaft für eine bevorzugte Ausführungsform des Ventilsitzes **304**.

**[0029]** An einem Ende des Durchflusskanals **60**, das der zweiten Fläche **310** des Ventilsitzes gegenüberliegt, befindet sich eine Anlagefläche **62**, an der das Schließelement **70**, welches eine Ventilbetätigungskugel **64** sein kann, anliegt wie in [Abb. 3](#) durch die Strich-Zwei-Punkt-Linie dargestellt. Bei der Fertigung des Ventilsitzes **304** wird die Oberfläche der Anlagefläche **62** derart bearbeitet, dass eine glatte, dichtende Fläche für die Ventilbetätigungskugel **64** sichergestellt ist.

**[0030]** Die [Abb. 4](#) und [Abb. 5](#) zeigen eine bevor-

zugte Ausführungsform des Halteelements **302**. Das Halteelement **302** umfasst einen zylinderförmigen Bereich **320**, der sich entlang der Längsachse A erstreckt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Innenfläche des zylinderförmigen Bereichs **320** aufgedrückt in Bezug auf die Seitenfläche **312** des Ventilsitzes **304** und kann in Wirkverbindung stehen mit der unterschrittenen Kante **314**.

[0031] Das Halteelement **302** umfasst außerdem einen axialen Endbereich **322**, der sich von dem zylinderförmigen Bereich **320** in der radial nach innen weisenden Richtung sowie orthogonal in Bezug auf die Längsachse A erstreckt. Der axiale Endbereich **322** enthält eine Vielzahl von Öffnungen **324**, **326**, durch die ein Fluidaustausch zwischen dem Durchflusskanal **60** und der zweiten Kammer **50** ermöglicht wird.

[0032] Nochmals Bezug nehmend auf [Abb. 5](#) sowie gemäß einer hier lediglich beispielhaft beschriebenen bevorzugten Ausführungsform mit sieben Öffnungen, ist eine erste Öffnung **324** in Bezug auf die Längsachse A konzentrisch angeordnet. Die übrigen sechs Öffnungen **326** werden in einem ringförmigen Muster **328** ausgebildet, dessen Mittelpunkt von der Längsachse A gebildet wird. Gemäß einer am meisten bevorzugten Ausführungsform weist jede der Öffnungen **324**, **326** einen Durchmesser von  $1,59 \pm 0,02$  Millimeter auf, hat das ringförmige Muster **328** einen Durchmesser von annähernd 5,5 Millimetern und sind die sechs Öffnungen **326** in einem gleichmäßigen Abstand zueinander, d. h. jeweils  $60^\circ$ , rund um die Längsachse A herum angeordnet. Ferner beträgt ein bevorzugtes Verhältnis der Stärke des axialen Endbereichs **322** in der Längsrichtung zu dem Durchmesser der Öffnungen **324**, **326** annähernd 0,35.

[0033] Die Erfinder haben entdeckt, dass die Strömungsgeräusch- und Fließeigenschaften durch den Durchfluss-Druckregler **1040** abhängen von der Anzahl/Form/Größe der Öffnungen **324**, **326**, dem Muster der Öffnungen **324**, **326** an dem axialen Endbereich **322** und der Stärke des axialen Endbereichs **322**, durch den die Öffnungen **324**, **326** hindurchführen. Weiterhin haben die Erfinder entdeckt, dass durch die Bereitstellung einer Sammelkammer **330** in dem Fluidstrom zwischen dem Durchflusskanal **60** und den Öffnungen **324**, **326** ebenfalls die Strömungsgeräusch- und Fließeigenschaften durch den Durchfluss-Druckregler **1040** verbessert werden können.

[0034] Erneut Bezug nehmend auf [Abb. 4](#) umfasst das Halteelement **302** außerdem einen ringförmigen Teil **332**, der sich von dem zylinderförmigen Bereich **320** in Bezug zur Längsachse A allgemein radial nach außen erstreckt. Der ringförmige Teil **332** ist entlang der Längsachse A von dem axialen Endbereich **322** in einem Abstand angeordnet und hält im Zusammenwirken mit dem ersten Sitzteil **304A** die

Membran **300**, sodass die Membran **300** an dem Ventilsitz **304** befestigt wird. Das Halteelement **302** dient darüber hinaus zum Halten und Positionieren des zweiten Endes der Vorspannfeder **90** in Bezug auf die Trennvorrichtung **30**.

[0035] Die in den [Abb. 4](#) und [Abb. 5](#) angegebenen Abmessungen sind lediglich beispielhaft für eine bevorzugte Ausführungsform des Halteelements **302**.

[0036] Ein Verfahren zum Zusammenbau des Durchfluss-Druckreglers **1040** besteht darin, das Schließelement **70** beispielsweise durch Vernieten oder Aufpressen mit dem ersten Gehäuseteil **206** zu verbinden. Die Trennvorrichtung **30** wird montiert, indem der Ventilsitz **304** in die zentrale Öffnung **306** der Membran **300** eingesetzt wird und anschließend das Halteelement **302** in Bezug auf den Ventilsitz **304** derart aufgedrückt wird, dass die Seitenfläche **312** an dem zylinderförmigen Bereich **320** anliegt. Die zusammengebaute Trennvorrichtung **30** ist in Bezug zu der oberen Fläche des Flanschs **220** des ersten Gehäuseteils **206** angeordnet. Die Vorspannfeder **90** wird in das Halteelement **302** für die Feder eingesetzt, und anschließend wird der zweite Gehäuseteil **208** über der Vorspannfeder **90** angebracht. Der Flansch **220** des ersten Gehäuseteils **206** wird umgefaltet, um den zweiten Gehäuseteil **208** zu befestigen. Der erste und der zweite Gehäuseteil **206**, **208** und die Membran **300** bilden die erste und die zweite Kammer **40** bzw. **50**. Der Druck, bei dem der Kraftstoff gehalten wird, wird durch den Federdruck der Vorspannfeder **90** bestimmt.

[0037] Der Betrieb des Durchfluss-Druckreglers **1040** wird im Folgenden beschrieben. Die Vorspannfeder **90** wirkt durch das Halteelement **302** hindurch, um die Trennvorrichtung **30** in Richtung des Basisteils **214** des ersten Gehäuseteils **206** vorzuspannen. Wenn die Ventilbetätigungskugel **64** an der Anlagefläche **62** anliegt, befindet sich der Durchfluss-Druckregler **1040** in einer geschlossenen Stellung und kann nichts von dem Vorrat an Kraftstoff **1012** aus dem Kraftstofftank **1010** durch den Durchfluss-Druckregler **1040** fließen.

[0038] Der Kraftstoff **1012** tritt durch die Öffnungen **210** in den Durchfluss-Druckregler **1040** ein und übt Druck auf die Trennvorrichtung **30** aus. Sobald der Druck des Kraftstoffs **1012** größer ist als der Federdruck, der von der Vorspannfeder **90** ausgeübt wird, bewegt sich die Membran **300** in axialer Richtung und löst sich die Ventilbetätigungskugel **64** von der Anlagefläche **62** des Ventilsitzelements **304**. Dies ist die offene Stellung des Durchfluss-Druckreglers **1040**. Nun kann Kraftstoff **1012** durch den Durchfluss-Druckregler **1040** fließen. Aus der ersten Kammer **40** tritt der Kraftstoff **1012** in den ersten Abschnitt **602** des Durchflusskanals **60** ein und fließt von dort weiter in den zweiten Abschnitt **604**, bevor er in die

Sammelkammer **330** gelangt. Aus der Sammelkammer **330** fließt der Kraftstoff durch die Öffnungen **324**, **326** in die zweite Kammer **50**, bevor er durch den Auslass **204** aus dem Durchfluss-Druckregler **1040** austritt.

[0039] Sowie sich der Druck des eintretenden Kraftstoffs verringert, überwindet der Federdruck der Vorspannfeder **90** den Kraftstoffdruck und bewegt das Ventilsitzelement **304** wieder in schließenden Kontakt mit der Ventilbetätigungskugel **64**, wodurch der Durchflusskanal **60** verschlossen wird und der Durchfluss-Druckregler wieder in die geschlossene Stellung zurückkehrt.

[0040] Versuche haben ergeben, dass durch die Ausführung der Öffnungen **324**, **326** und/oder der Sammelkammer **330** gemäß der vorliegenden Erfindung ein im Wesentlichen gleich bleibender Strömungsgeräuschpegel von einer geringen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeit bis hin zu einer hohen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeit erzielt werden kann. Ferner wurde festgestellt, dass der Druck des Kraftstoffs **1012** im Durchfluss-Druckregler **1040** im Wesentlichen gleich bleibt bzw. geringfügig sinkt, wenn sich die Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeit von einer geringen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeit zu einer hohen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeit erhöht.

[0041] Wie in [Abb. 6](#) dargestellt zeigen die Kurven A3–A7 und A9–A11, dass das Strömungsgeräusch im Allgemeinen über einen Bereich von Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeiten hinweg gleich bleibt, wenn der Durchfluss-Druckregler **1040** gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird. Die Kurven A1, A2 und A8 zeigen, dass die Leistung des Durchfluss-Druckreglers **1040** allgemein gleich der Leistung von in der Technik bekannten Druckreglern ist, die nicht die Vorteile des Durchfluss-Druckreglers **1040**, beispielsweise einfache Fertigung oder Kostensenkung, aufweisen.

[0042] Wie in [Abb. 7](#) zu sehen, zeigen die Kurven B4–B13, dass der Kraftstoffdruck in dem Durchfluss-Druckregler **1040** bei der maximalen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeit im Wesentlichen gleich dem oder niedriger als der Kraftstoffdruck bei der minimalen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeit ist. Auch hier ist die Leistung des Durchfluss-Druckreglers **1040** allgemein gleich der Leistung, wie durch die Kurven B1–B3 veranschaulicht, von in der Technik bekannten Druckreglern, die nicht die Vorteile des Durchfluss-Druckreglers **1040** aufweisen.

[0043] Obwohl die vorliegende Erfindung in Bezug auf bestimmte bevorzugte Ausführungsformen offenbart wurde, sind zahlreiche Modifikationen, Varianten oder Änderungen der beschriebenen Ausführungsformen möglich, ohne den Schutzbereich der vorlie-

genden Erfindung gemäß der Definition in den beigefügten Ansprüchen oder gleichwertigen Ansprüchen zu verlassen. Dementsprechend ist beabsichtigt, dass die Erfindung nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt ist, sondern dass sie sich auf den uneingeschränkten Schutzbereich erstreckt, der durch den Wortlaut der folgenden Ansprüche definiert ist.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffsystem (**1000**) für einen mit Kraftstoff betriebenen Verbrennungsmotor, welches Folgendes umfasst:

einen Kraftstofftank (**1010**), der so beschaffen ist, dass er den Kraftstoff enthält;  
eine Pumpe (**1020**), die geeignet ist, den Kraftstoff aus dem Kraftstofftank zu entnehmen und den Kraftstoff mit Druck zu beaufschlagen; und  
einen Durchfluss-Druckregler (**1040**), der Folgendes umfasst: eine Trennvorrichtung (**30**) zwischen einer ersten Kammer (**40**) und einer zweiten Kammer (**50**), einen Ventilsitz (**304**), der einen Durchflusskanal (**60**) zwischen den Kammern definiert, wobei ein Fluidaustausch zwischen der ersten (**40**) und der zweiten (**50**) Kammer über den Durchflusskanal (**60**) ermöglicht wird; und eine Haltevorrichtung (**302**) zur Befestigung der Membran am Ventilsitz; sowie Rohrleitungen, die den Kraftstofftank (**1010**) und die Pumpe (**1020**) miteinander verbinden, wobei die Rohrleitungen so beschaffen sind, dass sie Kraftstoff in den Verbrennungsmotor (**1070**) bereitstellen; wobei die Haltevorrichtung (**302**) zur Befestigung der Membran am Ventilsitz perforiert ist und einen zylinderförmigen Bereich (**320**) umfasst, der sich entlang der Längsachse (A) des Durchfluss-Druckreglers (**1040**) erstreckt und in Bezug auf den Ventilsitz (**304**) fixiert ist; **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halteelement (**302**) zur Befestigung der Membran am Ventilsitz Folgendes umfasst:  
einen axialen Endbereich (**322**), der sich allgemein orthogonal bezogen auf die Längsachse (A) von dem zylinderförmigen Bereich (**320**) weg erstreckt, wobei der axiale Endbereich (**322**) eine Vielzahl von Öffnungen (**324**, **326**) umfasst, wobei ein Fluidaustausch zwischen dem Durchflusskanal (**60**) und der zweiten Kammer (**50**) durch die Vielzahl der Öffnungen (**324**, **326**) ermöglicht wird, wobei der Durchfluss-Druckregler (**1040**) mindestens entweder ein allgemein gleich bleibendes Strömungsgeräusch bei allen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeiten oder einen allgemein einheitlichen Druck bei allen Kraftstoffdurchflussgeschwindigkeiten bereitstellt.

2. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 1, welches ferner Folgendes umfasst:

einen Filter (**1030**), der so beschaffen ist, dass er den Kraftstoff filtert, wobei der Filter (**1030**) in den Fluidaustausch zwischen dem Kraftstofftank (**1010**) und dem Verbrennungsmotor (**1070**) zwischengeschaltet

ist.

3. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 2, wobei der Filter (**1030**) einen entlang der Rohrleitungen integrierten Filter umfasst.

4. gemäß Anspruch 1, wobei der Durchfluss-Druckregler (**1040**) ferner Folgendes umfasst: ein Gehäuse (**20**), welches über einen Einlass (**202**) und einen Auslass (**204**) verfügt, die entlang einer Längsachse (A) von dem Einlass in einem Abstand angeordnet sind, wobei der Einlass (**202**) einen ersten Vorrat des Kraftstoffs aus dem Kraftstofftank (**1010**) aufnimmt und der Auslass (**204**) einen zweiten Vorrat des Kraftstoffs in die Rohrleitungen entleert, die für den Transport des Kraftstoffs in den Verbrennungsmotor vorgesehen sind; eine Membran (**300**), die sich zwischen dem Gehäuse (**20**) und dem Ventilsitz (**304**) erstreckt, wobei ein Fluidaustausch zwischen der ersten und der zweiten Kammer (**40, 50**) durch die Membran (**300**) verhindert wird; und wobei das Halteelement (**302**) die Membran in Bezug auf den Ventilsitz (**304**) befestigt; wobei der Durchfluss-Druckregler (**1040**) ferner Folgendes umfasst: eine Ventilbetätigungskugel (**64**), die zwischen einer ersten und einer zweiten Stellung bezogen auf den Ventilsitz (**304**) angeordnet ist, wobei die erste Stellung im Wesentlichen einen Fluidaustausch durch den Durchflusskanal (**60**) verhindert und die zweite Stellung einen Fluidaustausch durch den Durchflusskanal (**60**) ermöglicht.

5. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 4, wobei das Gehäuse (**20**) einen ersten und einen zweiten Gehäuseteil (**206, 208**) umfasst, wobei der erste Gehäuseteil (**206**) den Einlass (**202**) enthält und die erste Kammer (**40**) definiert und der zweite Gehäuseteil (**208**) den Auslass (**204**) enthält und die zweite Kammer (**50**) definiert.

6. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 5, wobei die Membran (**300**) einen ersten Umfangsbereich umfasst, der zwischen dem ersten und dem zweiten Gehäuseteil (**206, 208**) eingebettet ist.

7. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 6, wobei das Halteelement (**302**) einen ringförmigen Teil (**332**) umfasst, der entlang der Längsachse (A) von dem axialen Endbereich (**322**) in einem Abstand angeordnet ist, wobei sich der ringförmige Teil (**332**) von dem zylinderförmigen Bereich (**320**) weg erstreckt und sich in Bezug zur Längsachse (A) nach außen erstreckt.

8. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 7, wobei die Membran (**300**) einen zweiten Umfangsbereich umfasst, der zwischen dem Ventilsitz (**304**) und dem ringförmigen Teil (**332**) des Halteelements (**302**) ein-

gebettet ist, und wobei der Durchflusskanal (**60**) von diesem zweiten Umfangsbereich umgeben ist.

9. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 7, welches folgendes umfasst:

ein elastisches Element (**90**), welches sich entlang der Längsachse erstreckt und die Trennvorrichtung (**30**) in Richtung eines Schließelements (**70**) vorspannt, wobei das elastische Element (**90**) ein erstes Ende aufweisen kann, welches sich mit dem zweiten Gehäuseteil (**208**) in Eingriff befindet, sowie ein zweites Ende, welches sich mit dem ringförmigen Teil des Halteelements (**302**) in Eingriff befindet.

10. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 4, wobei der Ventilsitz (**304**), der zylinderförmige Bereich (**320**) und ein in Längsrichtung verlaufender Spalt zwischen dem Ventilsitz (**304**) und dem axialen Endbereich (**332**) des Halteelements (**302**) eine Sammelkammer (**330**) in dem Fluidaustausch zwischen dem Durchflusskanal (**60**) und der Vielzahl von Öffnungen (**324, 326**) definieren.

11. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 4, wobei der zylinderförmige Bereich (**320**) des Halteelements (**302**) in Bezug auf den Ventilsitz (**304**) auf gepresst ist.

12. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 4, wobei der Durchflusskanal (**60**) einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt (**602, 604**) umfasst, wobei der erste Abschnitt (**602**) einen ersten Querschnitt (**606A**) orthogonal zur Längsachse aufweist und der zweite Abschnitt (**604**) einen zweiten Querschnitt (**606B**) orthogonal zur Längsachse aufweist, wobei der erste Abschnitt (**602**) zwischen dem zweiten Abschnitt (**604**) und dem Einlass des Durchflusskanals (**60**) angeordnet ist und wobei der zweite Abschnitt (**604**) zwischen dem ersten Abschnitt (**602**) und dem Auslass des Durchflusskanals (**60**) angeordnet ist und wobei der erste Querschnitt (**606A**) größer ist als der zweite Querschnitt (**606B**).

13. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 4, wobei die Vielzahl von Öffnungen (**324, 326**) ein Muster von Öffnungen umfasst.

14. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 13, wobei das Muster der Öffnungen um die Längsachse herum zentriert ist.

15. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 14, wobei das Muster der Öffnungen einen Kreis umfasst (**328**).

16. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 15, wobei die Vielzahl der Öffnungen (**324, 326**) aus sieben Öffnungen besteht, die jeweils einen Durchmesser von  $1,59 \pm 0,02$  Millimetern haben, und wobei der Kreis einen Durchmesser von annähernd 5,5 Millimetern hat, wobei eine erste der sieben Öffnungen konzent-

risch mit der Längsachse ist und eine zweite, dritte, vierte, fünfte, sechste und siebte der Öffnungen auf einem Kreis liegen und in gleichmäßigen Abständen rund um die Längsachse angeordnet sind.

17. Kraftstoffsystem gemäß Anspruch 16, wobei ein Verhältnis der Stärke des axialen Endbereichs (**322**) entlang der Längsachse zu dem Durchmesser jeder Öffnung (**324, 326**) annähernd 0,35 beträgt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Abb. 1

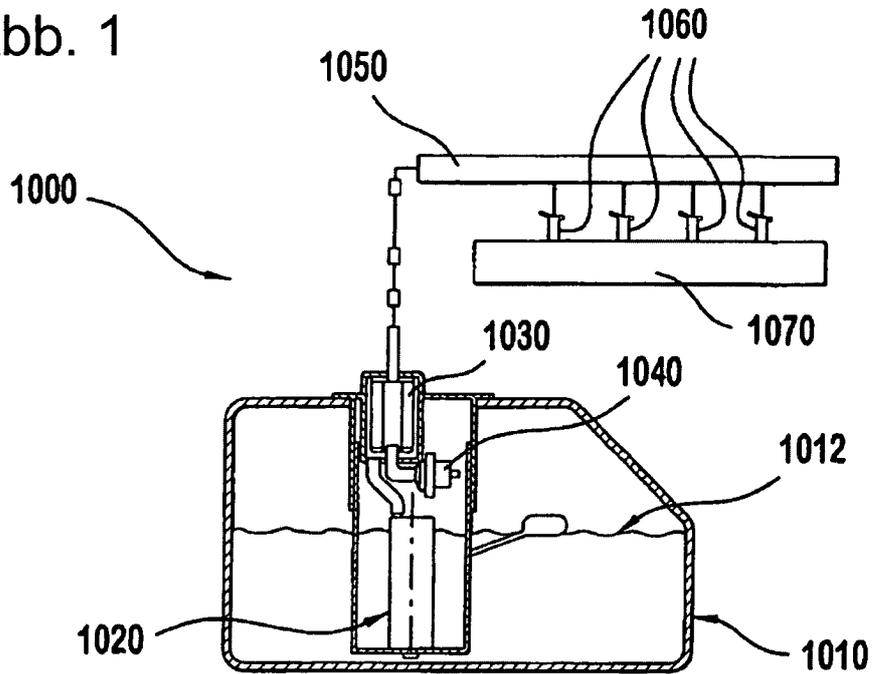


Abb. 8

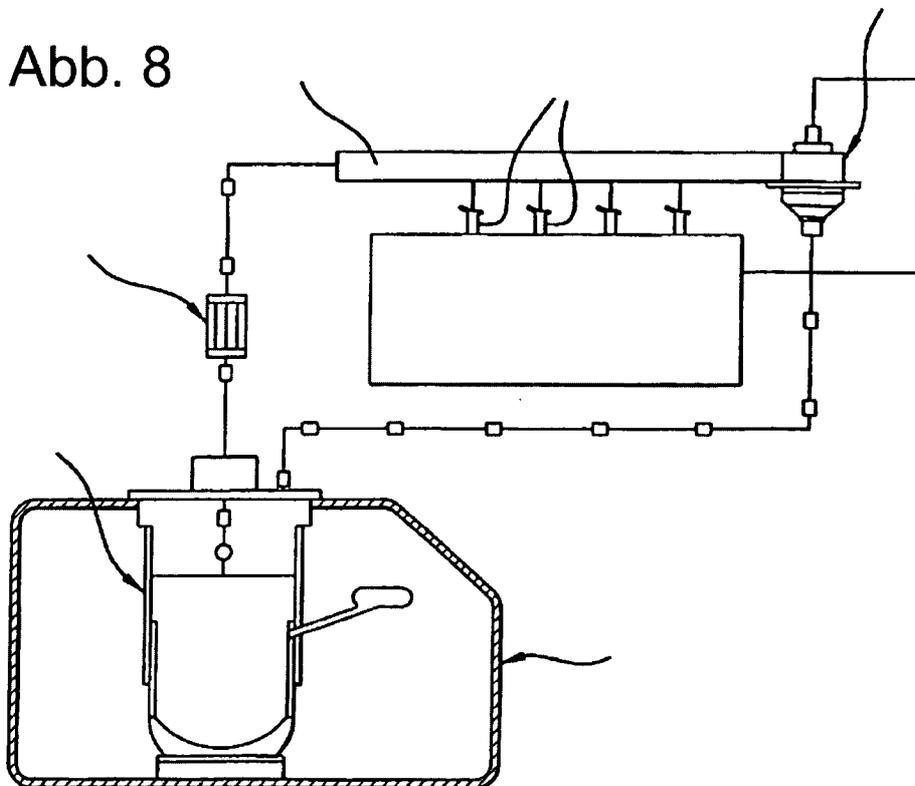
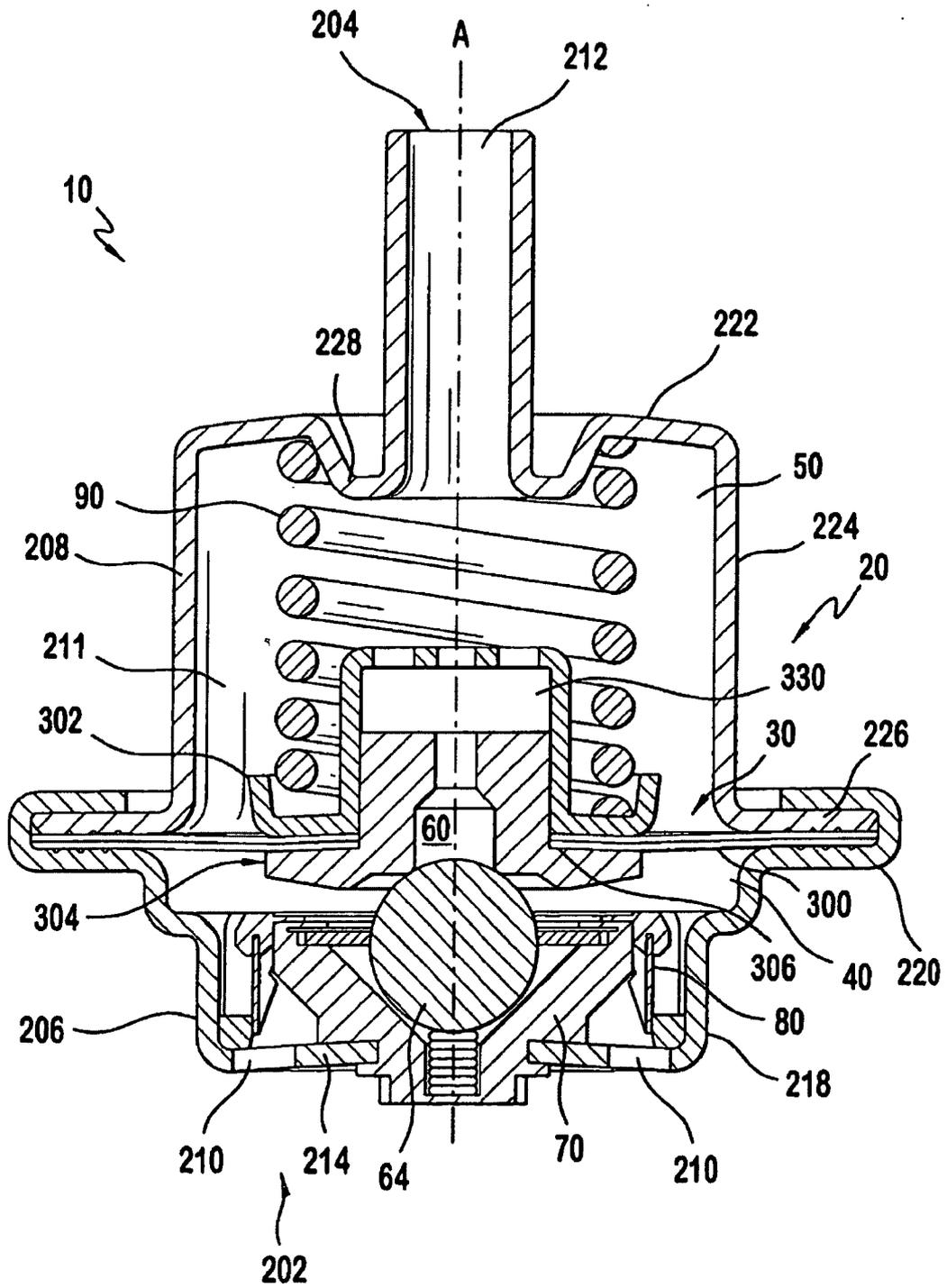


Abb. 2



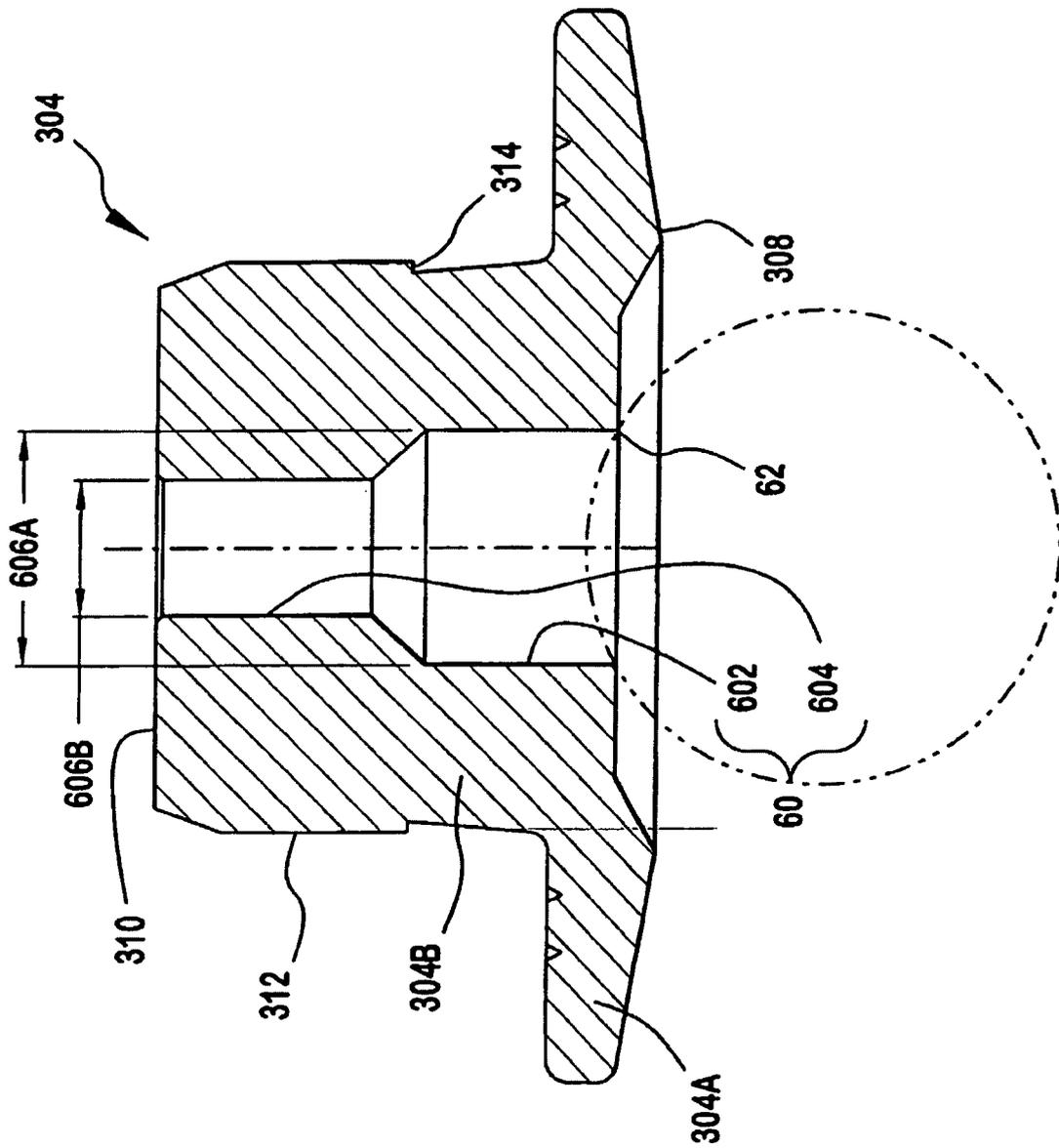


Abb. 3

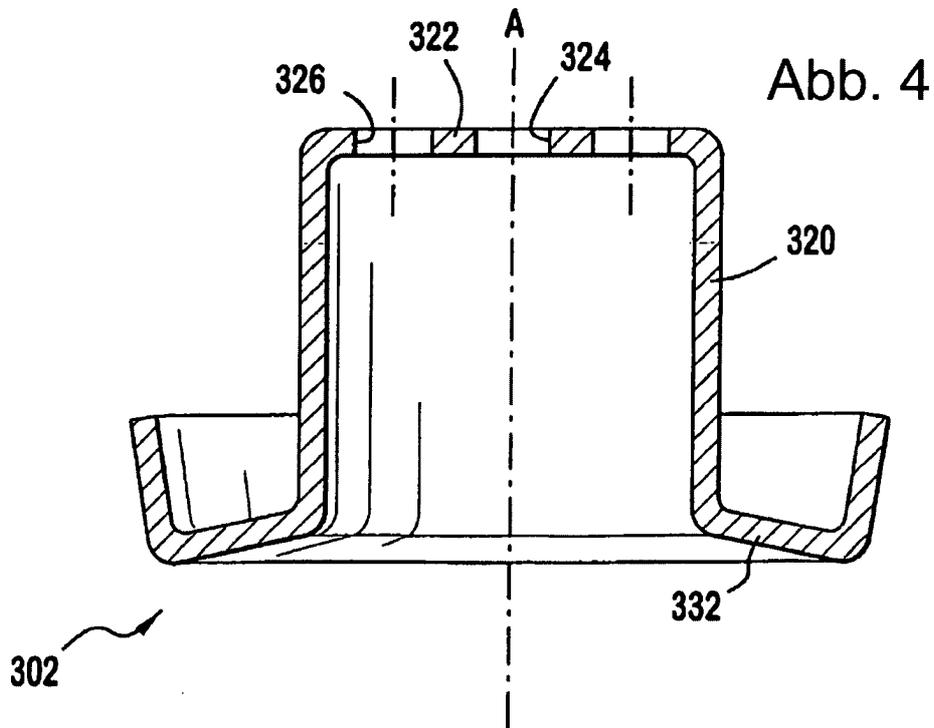
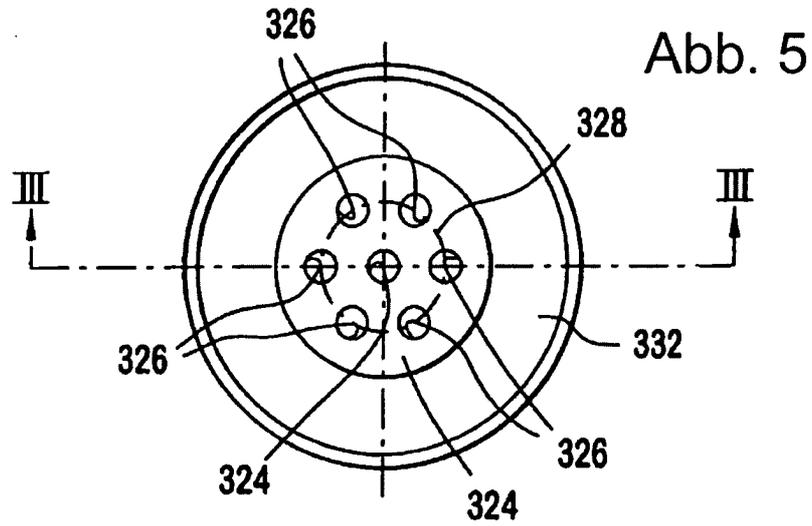


Abb. 6

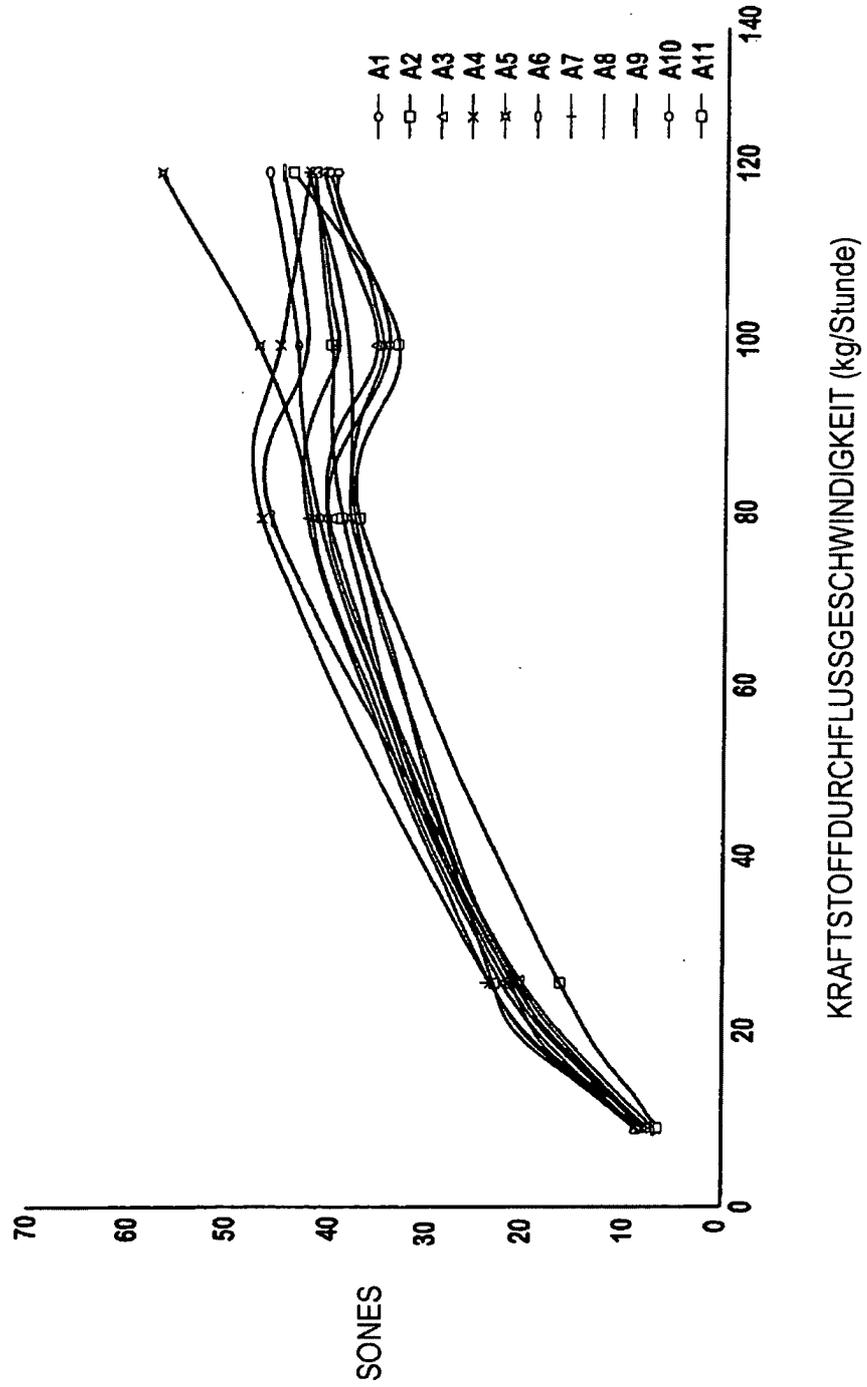


Abb. 7

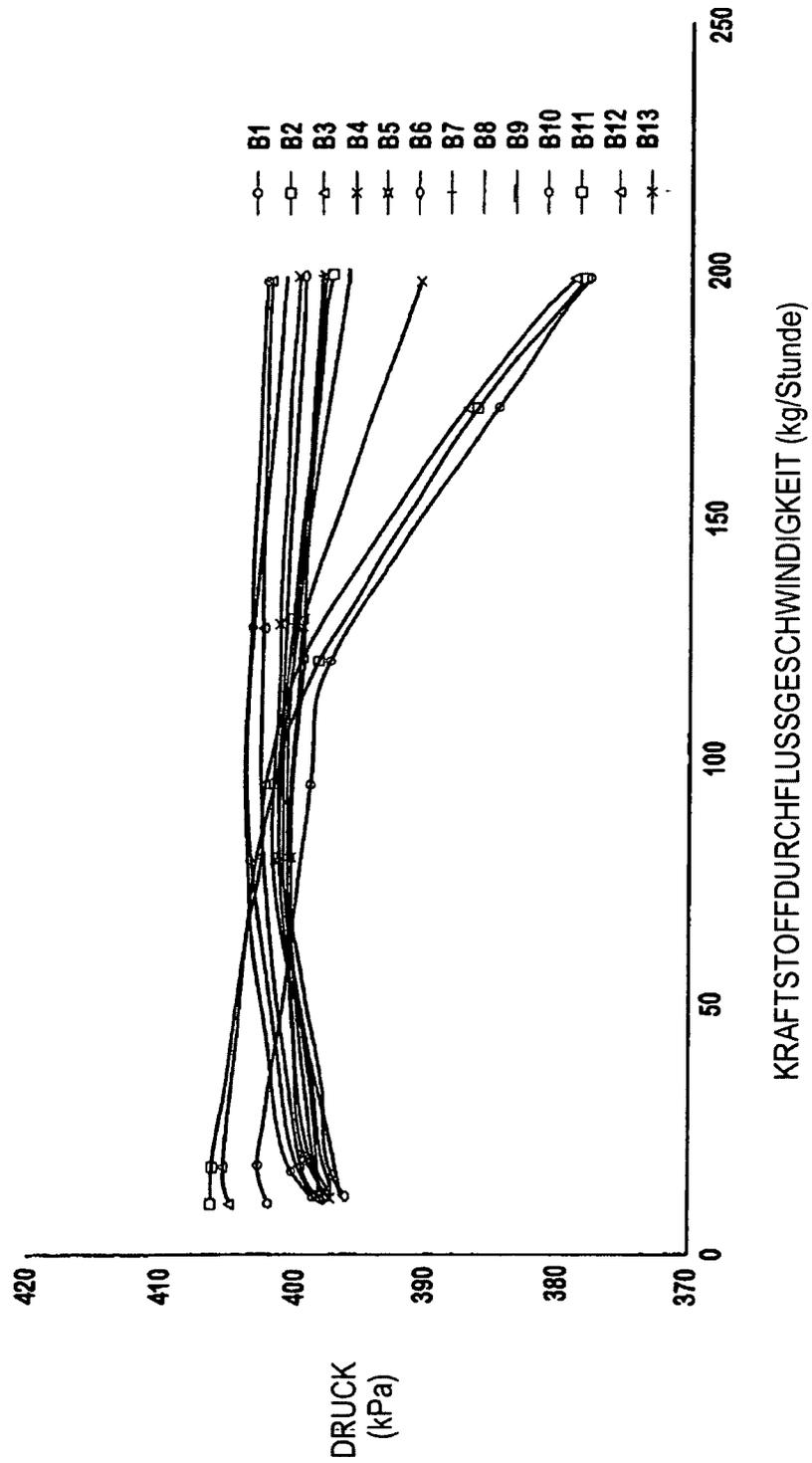


Abb. 9

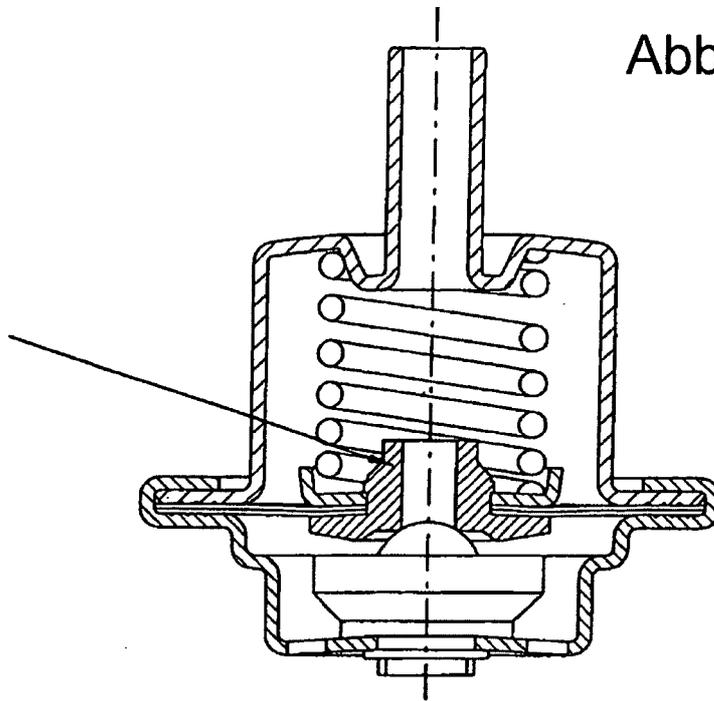


Abb. 10

