



(10) **DE 10 2012 207 406 A1** 2013.11.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 207 406.6**  
(22) Anmeldetag: **04.05.2012**  
(43) Offenlegungstag: **07.11.2013**

(51) Int Cl.: **F16K 31/06 (2012.01)**  
**F02M 51/06 (2012.01)**

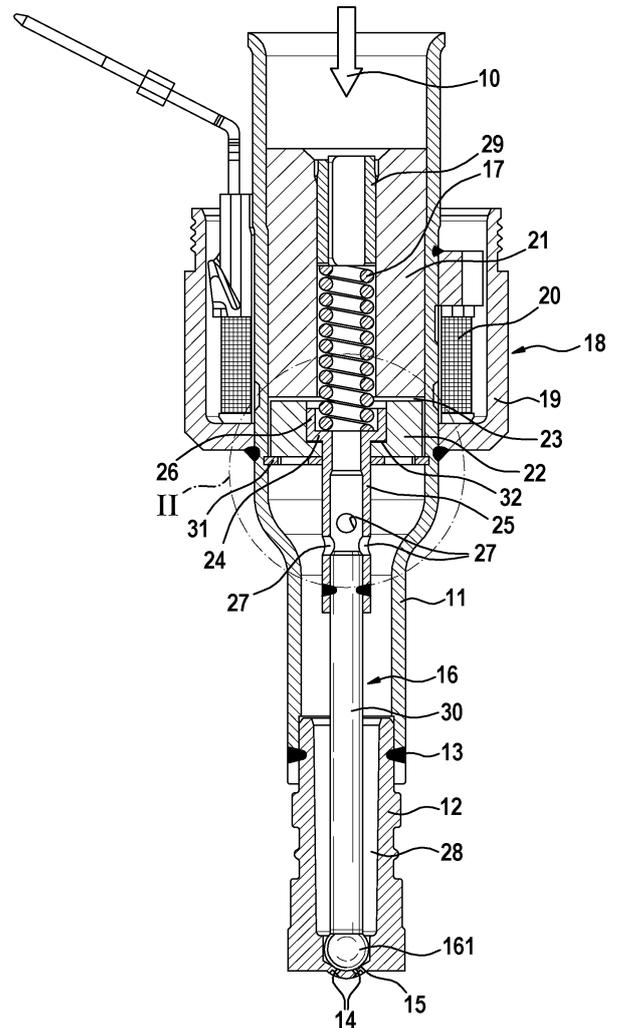
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Knorpp, Michael, 71287, Weissach, DE; Mayer,  
Michael, 72827, Wannweil, DE; Buehner, Martin,  
71522, Backnang, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ventil zum Zumessen von Fluid**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Ventil zum Zumessen von Fluid angegeben, das ein Ventilgehäuse (11) mit Ventilöffnung (14) und Ventilsitz (15), eine Ventilnadel (16), die zum wechselweisen Schließen und Öffnen des Ventils mit einem mit dem Ventilsitz (15) zusammenwirkenden Schließkörper (161) versehen ist, ein zum Ventilschließen die Ventilnadel (16) beaufschlagendes Rückstellorgan (11) und einen bestrombaren Elektromagneten (18) mit einem zu einer Hubbewegung antreibbaren Magnetanker (22) aufweist, der axial verschieblich auf der Ventilnadel (16) sitzt und zum Öffnen des Ventils die Ventilnadel (16) über einen an dieser angeordneten Mitnehmerflansch (24) in Hubrichtung mitnimmt. Zur Vereinfachung von Fertigung und Montage des Ventils bei gleichzeitiger Erzielung der den Ventilen mit Vorhubfeder und Ankerfreiweg eigenen Vorteilen ist der Magnetanker (22) mittels einer Membranfeder (31) am Ventilgehäuse (11) abgestützt.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Ventil zum Zumessen von Fluid nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wobei der für ein strömendes oder fließendes Medium stehende übergeordnete Begriff Fluid in Übereinstimmung mit der Strömungslehre für Gase und Flüssigkeiten verwendet wird.

**[0002]** Bei einem bekannten Kraftstoffeinspritzventil (DE 101 08 945 A1) ist die Ventalnadel kraftschlüssig mit einem Magnetanker eines Elektromagneten verbunden und trägt einen Schließkörper, der zusammen mit dem Ventilsitz an der Ventilöffnung einen Dichtsitz bildet, der zum Schließen des Ventils hergestellt und zum Öffnen des Ventils aufgehoben wird. Zur Herstellung des Dichtsitzes presst eine Rückstellfeder, die sich an dem vom Schließkörper abgekehrten Ende der Ventalnadel und an einer Justierhülse abstützt, den Schließkörper auf den Ventilsitz auf. Die Ventalnadel besitzt einen kragenförmigen Ankeranschlag und einen Mitnehmerflansch, die einen sog. Vorhub des Magnetankers ermöglichen, um den sich der Magnetanker auf der Ventalnadel axial zu verschieben vermag. Eine als Schraubendruckfeder ausgebildete Vorhubfeder drückt dabei den Magnetanker kraftschlüssig an den Ankeranschlag an. Durch Bestromen des Elektromagneten wird der Anker entgegen der Federkraft von Vorhub- und Rückstellfeder in Hubrichtung bewegt. Der Gesamthub des Magnetankers ist dabei in den Vorhub und den eigentlichen Öffnungshub mit Abheben des Schließkörpers vom Ventilsitz aufgeteilt. Während des Vorhubs bleibt der Schließkörper noch auf dem Ventilsitz. Der Öffnungshub setzt ein, sobald der Anker nach Ende des Vorhubs am Mitnehmerflansch anschlägt und über diesen die Ventalnadel in Hubrichtung mitnimmt.

**[0003]** Ein solches Ventil hat gegenüber einem Ventil mit starrer Verbindung von Anker und Ventalnadel den Vorteil, dass die bei Ventilschließen bewegte träge Masse auf zwei Teilmassen, nämlich auf Magnetanker und Ventalnadel mit Schließkörper, aufgeteilt ist, was zu einer Geräuschminderung beim Ventilschließen führt. Vorhubfeder und Ankerfreiweg verbessern einerseits die Öffnungsdynamik des Ventils und dämpfen andererseits sog. Preller, die zu einer nicht reproduzierbaren Zumessmenge von Fluid führen. Die Öffnungsdynamik wird durch die sog. mechanische Boosterung erzielt, indem die im Schließzustand des Ventils vorgespannte Vorhubfeder den Magnetanker zusätzlich zu der Magnetkraft des Elektromagneten beschleunigt, so dass das Ventil mit einem geringeren Kraftaufwand geöffnet werden kann. Die Preller werden durch den Dämpfungseffekt der Vorhubfeder vermieden, da die Vorhubfeder beim Schließen des Ventils nach erstem Auftreffen des

Schließkörpers auf den Ventilsitz eine durch Rückprellen des Magnetankers entstehende Bewegung des Magnetankers in Hubrichtung dämpft und somit ein durch Auftreffen des Magnetankers am Ankeranschlag mögliches, erneutes, kurzzeitiges Abheben des Schließkörpers vom Ventilsitz unterbindet.

**[0004]** Weitere Ventile mit Vorhubfeder und Ankerfreiweg sind aus DE 198 49 210 A1, DE 199 32 763 ([Fig. 2](#)) und DE 199 46 602 A1 bekannt.

## Offenbarung der Erfindung

**[0005]** Das erfindungsgemäße Zumessventil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat gegenüber den Ventilen mit starrer Verbindung von Magnetanker und Ventalnadel den Vorteil, dass beim Schließvorgang des Ventils die bewegte träge Masse in zwei Teilmassen aufgeteilt ist, so dass durch die beim Ventilschließen auf den Ventilsitz auftreffende, gegenüber der Masse des Magnetankers deutlich kleinere Masse der Ventalnadel ein geringeres Aufschlageräusch erzeugt. Das für Komfortfahrzeuge wesentliche Geräuschverhalten des Ventils ist damit erheblich in Richtung Geräuschreduzierung verbessert. Durch die Membranfeder werden auch die bei den bekannten Ventilen mit Vorhubfeder und Ankerfreiweg erlangten Effekte der Boosterung beim Ventilöffnen und des Vermeidens der sog. Preller beim Ventilschließen erzielt und werden dennoch gegenüber diesen Ventilen Bauteile, wie der zusätzliche Ankeranschlag an der Ventalnadel und die als Schraubendruckfeder eingesetzte Vorhubfeder nebst Halterung eingespart.

**[0006]** Zusammen mit der als Handelware erhältlichen Membranfeder können dadurch die Kosten für Fertigung und Montage des Ventils reduziert werden. Mit der Membranfeder wird zugleich eine Führung des Magnetankers verwirklicht, so dass auf die zusätzliche Führung des Magnetankers im Ventilgehäuse oder auf eine obere Führung der Ventalnadel im Magnetkern des Elektromagneten mit den dabei einzuhaltenden Toleranzvorgaben verzichtet werden kann. Der Magnetanker kann darüber hinaus so gestaltet werden, dass nur die magnetisch notwendige Masse realisiert werden muss, womit das Gewicht des Elektromagneten reduziert werden kann.

**[0007]** Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Ventils möglich.

**[0008]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Abstützung der Membran am Ventilgehäuse so getroffen, dass bei geschlossenem Ventil und unbestromtem Elektromagneten die am Magnetanker befestigte Membran den Magnetanker in einer Nulllage festlegt, in der zwischen Magnetanker

ker und Mitnehmerflansch ein einen Vorhubspalt definierender Axialabstand vorhanden ist. Die Membran besitzt bei in entgegengesetzten Richtungen erfolgender axialer Auslenkung aus dieser Nulllage des Magnetankers unterschiedliche Federsteifigkeiten, wobei die Federsteifigkeit bei vom Ventilsitz weg gerichteter Auslenkung klein ist und bei zum Ventilsitz hin gerichteter Auslenkung sehr groß ist, so dass ein Durchschwingen des Magnetankers durch die Nulllage unterbunden ist. Durch die geringe Federsteifigkeit der Membran in Zugrichtung des Magnetankers bei bestromtem Elektromagneten muss der Elektromagnet bei geschlossenem Ventil eine relativ kleine Magnetkraft zum Anziehen des Magnetankers aufbauen, bevor er am Ende des durch den Vorhubspalt festgelegten Ankerwegs an den Mitnehmerflansch anschlägt. Durch die hohe Federsteifigkeit der Membranfeder bei Auslenkung aus der Nulllage in umgekehrter, zum Ventilsitz weisender Richtung bietet die Membranfeder einen unteren Anschlag in der Nulllage des Magnetankers, der ein Durchschwingen des Ankers in Richtung Ventilschließen verhindert. Dadurch ist der Magnetanker immer in einer definierten Lage, was vor allem für schnell aufeinander folgende Zumessvorgänge, wie dies beim Einspritzen von Kraftstoff in Kraftstoffeinspritzanlagen mit Mehrfacheinspritzung der Fall ist, von erheblicher Bedeutung ist.

**[0009]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Membranfeder einen äußeren und einen inneren Federring und mehrere die beiden Federringe miteinander verbindende Federstege auf. Der innere Federring, der einem gegenüber dem Außendurchmesser des ringförmigen oder hohlzylindrischen Magnetankers deutlich kleineren Außendurchmesser aufweist, ist an der zum Ventilsitz weisenden Unterseite des Magnetankers und der äußere Federring, dessen lichter Durchmesser etwas kleiner ist als der Außendurchmesser des Magnetankers, ist am Ventilgehäuse befestigt. Durch diese konstruktive Ausführung werden die unterschiedlichen Federsteifigkeiten der Membranfeder bei Auslenkung in entgegengesetzten Richtungen in einfacher Weise realisiert. Bei Bewegung des Magnetankers weg vom Ventilsitz wird durch die Federstege in der Membran eine große frei Weglänge mit kleiner Federsteifigkeit geschaffen. Bei Bewegung des Magnetankers in Richtung Ventilsitz setzt sich der Magnetanker zunehmend flächig auf die Membran auf und die freie Weglänge der Federstege wird zunehmend verkürzt und in der Nulllage des Magnetankers nur auf den Abstand zwischen dem Außendurchmesser des Magnetankers und dem Abstützpunkt an dem Ventilgehäuse beschränkt, wodurch die sehr hohe Federsteifigkeit der Membran gegeben ist.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0010]** Die Erfindung ist anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

**[0011]** [Fig. 1](#) einen Längsschnitt eines Ventils zum Zumessen von Fluid,

**[0012]** [Fig. 2](#) eine vergrößerte Darstellung des Ausschnitts II in [Fig. 1](#),

**[0013]** [Fig. 3](#) eine Draufsicht einer Membranfeder im Ventil gemäß [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#).

**[0014]** Das in [Fig. 1](#) im Längsschnitt dargestellte Ventil zum Zumessen von Fluid, wird beispielsweise als Einspritzventil zum Einspritzen von Kraftstoff in einer Kraftstoffeinspritzanlage von Brennkraftmaschinen eingesetzt. Das Ventil weist ein hülsenförmiges Ventilgehäuse **11** auf, in dessen zumesseitiges Ende ein Ventilkörper **12** und in dessen zulaufseitiges Ende ein hier nicht dargestellter Anschlussstutzen zum Anschließen einer Fluidleitung für einen durch Pfeil **10** symbolisierten Zulauf von Fluid jeweils fluiddicht eingesetzt ist. Der Ventilkörper **12** ist stoffschlüssig mit dem Ventilgehäuse **11** verbunden, wobei der Stoffschluss durch die Schweißnaht **13** symbolisiert ist. Im Ventilkörper **12** ist eine zwei Abspritzbohrungen aufweisende Zumess- oder Ventilöffnung **14** mit einem die Ventilöffnung **14** umgebenden Ventilsitz **15** ausgebildet. Eine im Ventilgehäuse **11** axial verschiebbliche Ventilnadel **16** ist zum wechselweisen Schließen und Öffnen des Ventils, also zum Schließen und Freigeben der Ventilöffnung **14**, mit einem auf den Ventilsitz **15** aufsetzbaren und vom Ventilsitz **15** abhebbaren Schließkörper **161** versehen. Die Ventilnadel **16** ist über ihren hier kugelförmig ausgebildeten Schließkörper **161** im Ventilkörper **12** axial verschieblich geführt. Die Ventilnadel **16** ist im Ausführungsbeispiel aus einem massiven Stab **30**, der endseitig den Schließkörper **161** trägt, und einer Hülse **25** zusammengesetzt. Die auf das vom Schließkörper **161** abgekehrten Ende des Stabs **30** aufgesetzte und mit diesem verschweißte Hülse **25** weist mindestens eine Bohrung **27** auf, über die eine Fluidverbindung vom Fluidzulauf **10** zu einer dem Ventilsitz **15** mit Ventilöffnung **14** vorgelagerten Ventilkammer **28** hergestellt ist. Alternativ kann die Ventilnadel **16** auch einstückig hohlzylindrisch mit entsprechenden Bohrungen **27** ausgebildet sein. Zum Schließen des Ventils ist die Ventilnadel **16** von einem Rückstellorgan **17** beaufschlagt, das z. B. eine zwischen Ventilnadel **16** und einer Einstell- oder Justierhülse **29** sich abstützende Druckfeder aufweist. Das Öffnen des Ventils erfolgt mittels eines auf die Ventilnadel **16** wirkenden Elektromagneten **18**, der in bekannter Weise einen Magnettopf **19**, eine Magnetspule **20**, einen Magnetkern **21** und einen Magnetanker **22** auf-

weist. Der Magnetkopf **19** ist auf das Ventilgehäuse **11** aufgeschoben und mit seinem Topfboden am Ventilgehäuse **11** verschweißt und nimmt die Magnetspule **22** axial unverschieblich auf. Der hohlzylindrische Magnetkern **21** ist formschlüssig in das Ventilgehäuse **11** eingesetzt und nimmt im hohlen Kerninnern die Druckfeder und die Justierhülse **29** des Rückstellorgans **17** auf. Der Magnetanker **22** sitzt axial verschieblich auf der Ventalnadel **16**, genauer gesagt auf der Hülse **25**, und begrenzt zusammen mit dem zu ihm koaxial angeordneten Magnetkern **21** einen Arbeitsluftspalt **23** des Elektromagneten **18**. An der Ventalnadel **16** ist ein Mitnehmerflansch **24** angeordnet, über den der bei Bestromung des Elektromagneten **18** zur Hubbewegung angetriebenen Magnetanker **22** die Ventalnadel **16** mitnimmt. Der Mitnehmerflansch **24** ist im Ausführungsbeispiel an der Hülse **25** angeformt. Die Hülse **25** weist an ihrem vom Schließkörper **161** abgekehrten Ende einen Führungsbund **26** auf, in den das ventilnadelseitige Ende der Druckfeder des Rückstellorgans **17** eintaucht und sich am Grund abstützt. Bei der alternativen, einstückig hohlzylindrischen Ausführung der Ventalnadel **16** sind der Mitnehmerflansch **24** und der die Druckfeder abstützende Führungsbund **26** dann einstückig an die Ventalnadel **16** angeformt.

**[0015]** Der auf der Ventalnadel **16**, genauer gesagt hier auf der Hülse **25**, sitzende Magnetanker **22** ist über eine Membranfeder **31** am Ventilgehäuse **11** abgestützt. Die Abstützung am Ventilgehäuse **11** ist dabei so getroffen, dass bei geschlossenem Ventil und unbestromtem Elektromagneten **18** die am Magnetanker **22** befestigte Membranfeder **31** den Magnetanker **22** in einer Nulllage festlegt, in der zwischen Magnetanker **22** und Mitnehmerflansch **24** ein Vorhubspalt **32** definierender Axialabstand vorhanden ist (**Fig. 2**). Die Membranfeder **31** besitzt bei in entgegengesetzten Richtungen erfolgender axialer Auslenkung aus der Nulllage unterschiedliche Federsteifigkeiten. Bei vom Ventil Sitz **15** weg gerichteter Auslenkung aus der Nulllage ist die Federsteifigkeit klein. Bei zum Ventil Sitz **15** hin gerichteter Auslenkung aus der Nulllage ist die Federsteifigkeit so groß, dass ein Durchschwingen des Magnetankers **22** durch seine Nulllage beim Ventilschließen unterbunden ist.

**[0016]** Wie in **Fig. 3** zu sehen ist, weist die Membranfeder **31** einen äußeren Federring **311** und einen inneren Federring **312** und mehrere, die beiden Federringe **311**, **312** miteinander verbindende Federstege **313** auf. Der Außendurchmesser des inneren Federrings **312** ist dabei deutlich kleiner als der Außendurchmesser des ringförmigen oder hohlzylindrischen Magnetankers **22**, während der innere Durchmesser des äußeren Federrings **311** etwas kleiner als der Außendurchmesser des Magnetankers **22** bemessen ist. Der innere Federring **312** ist an der dem Ventil Sitz **15** zugekehrten Unterseite des Magnetankers **22** und der äußere Federring **311** am Ventil-

gehäuse **11** befestigt. Bewegt sich der Magnetanker **22** unter der durch Bestromung der Magnetspule **20** des Elektromagneten **18** entstehenden Magnetkraft in Hubrichtung, also weg vom Ventil Sitz **15**, wird durch die Federstege **313**, die sich von der Unterseite des Magnetkerns **21** zunehmend abheben, eine große freie Weglänge geschaffen und dadurch eine geringe Federsteifigkeit der Membranfeder **31** erzielt. In entgegengesetzter Bewegungsrichtung des Magnetankers **22** legen sich die Federstege **313** zunehmend auf die Unterseite des Magnetkerns **21** auf, so dass die freie Weglänge der Federstege **313** zunehmend verkürzt wird und in der Nulllage des Magnetankers **22** auf den Abstand zwischen Außendurchmesser des Magnetankers und dem Abstützpunkt am Ventilgehäuse **11** beschränkt ist, wodurch die Membranfeder **31** die sehr hohe Steifigkeit besitzt und ein Durchschwingen des Magnetankers **22** über die Nulllage in Richtung Ventil Sitz **15** unterbindet.

**[0017]** In der in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten Nulllage des Magnetankers **22** ist das Ventil in Ruhelage, d. h. bei unbestromten Elektromagneten **18**, geschlossen. Die Druckfeder des Rückstellorgans **17** drückt den Schließkörper **161** auf den Ventil Sitz **15** auf, die Membranfeder **31** hält den Magnetanker **22** in dessen Nulllage. Der zwischen Magnetanker **22** und Magnetkern **21** liegende Arbeitsluftspalt **23** hat seine maximale Spalthöhe und der zwischen Magnetanker **22** und Mitnehmerflansch **24** vorhandene Vorhubspalt **32** besitzt ebenfalls maximale Spaltbreite. Mit Bestromen des Elektromagneten **18** bewegt sich der Magnetanker **22** in Hubrichtung nach oben, wobei zunächst der Vorhubspalt **32** geschlossen wird, ohne dass sich der Schließkörper **161** der Ventalnadel **16** vom Ventil Sitz **15** abhebt. Durch die geringe Federsteifigkeit der Membranfeder **31** ist, ähnlich wie bei der mechanischen Boosterung, die zum Bewegen des Magnetankers **22** aus dessen Nulllage erforderliche Magnetkraft relativ gering, so dass die Magnetleistung des Elektromagneten **18** klein gehalten werden kann.

**[0018]** Bei Abschalten des Elektromagneten **18** drückt die Druckfeder des Rückstellorgans **17** die Ventalnadel **16** mit dem Schließkörper **161** auf den Ventil Sitz **15**, wobei über den Mitnehmerflansch **24** der Magnetanker **22** in Richtung Ventil Sitz **15** bis in seine durch die Membranfeder **31** festgelegte Nulllage mitgenommen wird. Durch die sehr hohe Federsteifigkeit der Membranfeder **31** gegen Auslenkung aus der Nulllage in Richtung Ventil Sitz **15** bildet die Membranfeder **31** einen federnden Anschlag für den Magnetanker **22**, so dass dieser immer eine definierte Lage einnimmt.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 10108945 A1 [[0002](#)]
- DE 19849210 A1 [[0004](#)]
- DE 19932763 [[0004](#)]
- DE 19946602 A1 [[0004](#)]

### Patentansprüche

1. Ventil zum Zumessen von Fluid, mit einem Ventilgehäuse (11), an dem eine von einem Ventilsitz (15) umschlossene Ventilöffnung (14) ausgebildet ist, mit einer Ventilnadel (16), die zum wechselweisen Schließen und Öffnen des Ventils mit einem auf den Ventilsitz (15) aufsetzbaren und vom Ventilsitz (15) abhebbaren Schließkörper (161) versehen ist, mit einem zum Ventilschließen die Ventilnadel (16) beaufschlagenden Rückstellorgan (17) und mit einem einen Magnetanker (22) aufweisenden, bestrombaren Elektromagneten (18), dessen zu einer Hubbewegung antreibbarer Magnetanker (22) verschieblich auf der Ventilnadel (16) sitzt und zum Öffnen des Ventils die Ventilnadel (16) über einen an dieser angeordneten Mitnehmerflansch (24) in Hubrichtung mitnimmt, gekennzeichnet durch eine den Magnetanker (22) am Ventilgehäuse (11) abstützende Membranfeder (31).

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstützung der Membranfeder (31) am Ventilgehäuse (11) so getroffen ist, dass bei geschlossenem Ventil und unbestromtem Elektromagneten (18) die am Magnetanker (22) befestigte Membranfeder (31) den Magnetanker (22) in einer Nulllage festlegt, in der zwischen Magnetanker (22) und Mitnehmerflansch (24) ein einen Vorhubspalt (34) definierender Axialabstand vorhanden ist.

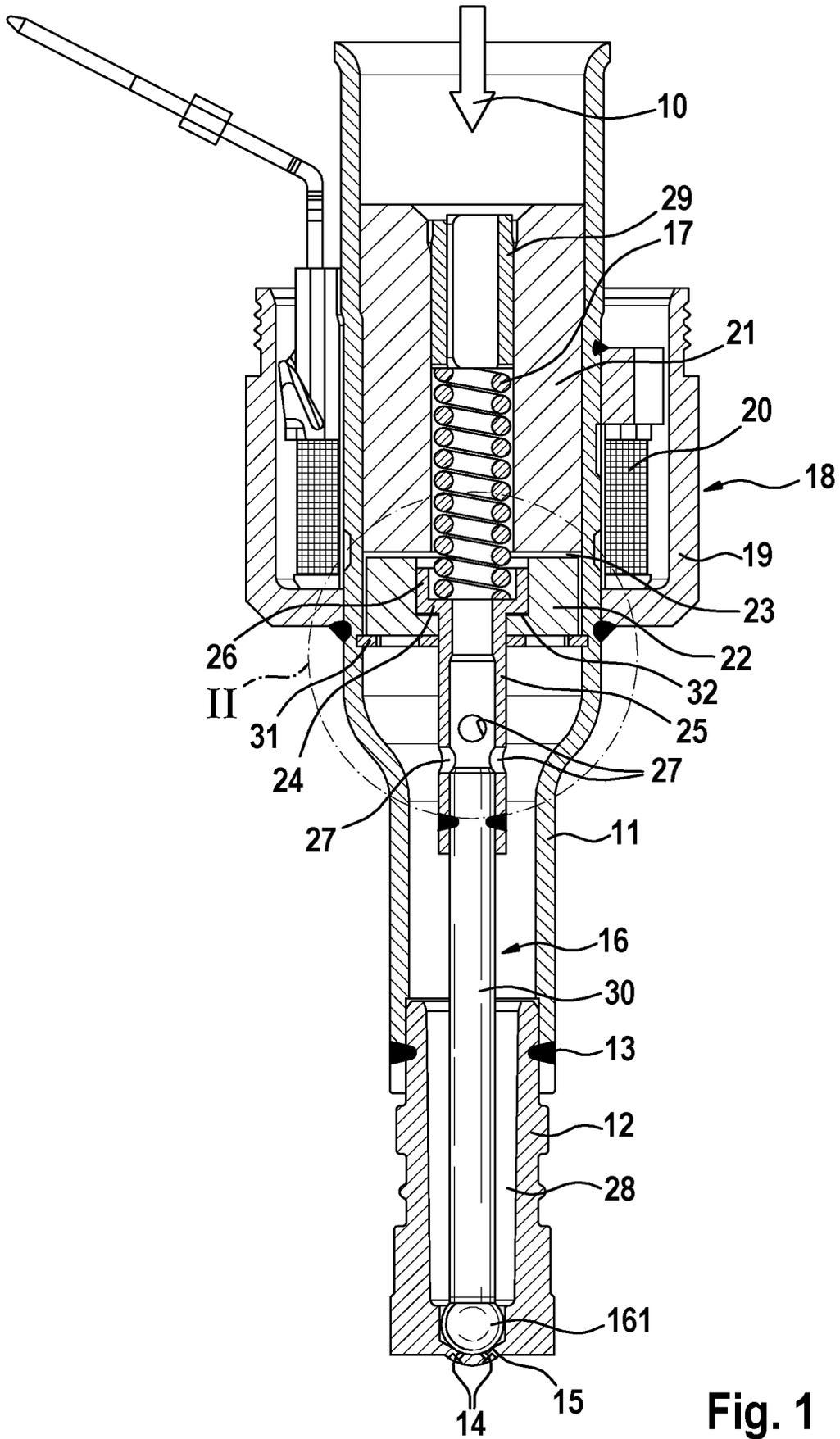
3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranfeder (31) bei in entgegengesetzten Richtungen erfolgender axialer Auslenkung aus der Nulllage unterschiedliche Federsteifigkeiten in der Weise aufweist, dass die Federsteifigkeit bei vom Ventilsitz (15) weg gerichteter Auslenkung klein ist und bei zum Ventilsitz (15) hin gerichteter Auslenkung so groß ist, dass ein Durchschwingen des Magnetankers (22) durch die Nulllage unterbunden ist.

4. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranfeder (31) einen äußeren und einen inneren Federring (311, 312) und die Federringe (311, 312) miteinander verbindende Federstege (313) aufweist und dass der innere Federring (312) an der zum Ventilsitz (15) weisenden Unterseite des Magnetankers (22) und der äußere Federring (311) am Ventilgehäuse (11) befestigt ist.

5. Ventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser des inneren Federrings (312) deutlich kleiner ist als der Außendurchmesser des Magnetankers (22) und der Innendurchmesser des äußeren Federrings (311) kleiner ist als der Außendurchmesser des Magnetankers (22).

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



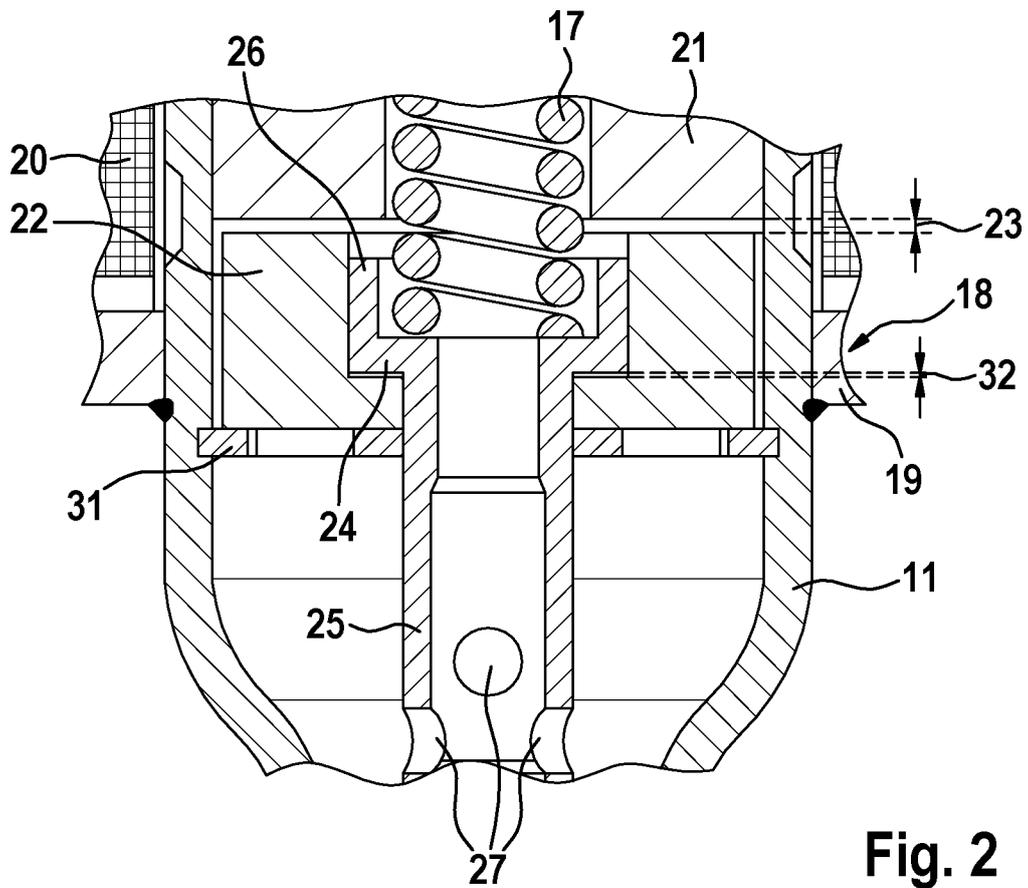


Fig. 2

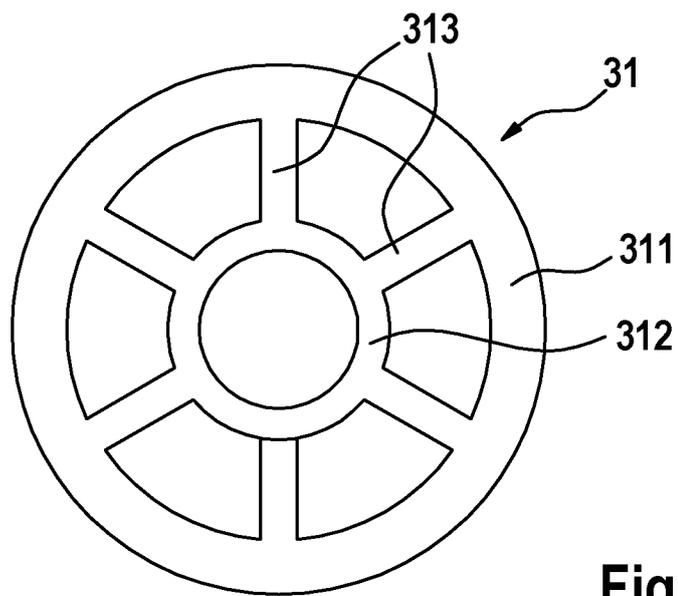


Fig. 3