

(19)



(11)

**EP 2 589 807 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**08.05.2013 Patentblatt 2013/19**

(51) Int Cl.:  
**F04B 17/04** <sup>(2006.01)</sup> **F04B 43/09** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04B 49/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **12191587.0**

(22) Anmeldetag: **07.11.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(71) Anmelder: **hofer mechatronik GmbH**  
**72644 Oberboihingen (DE)**

(72) Erfinder: **Wild, Andreas**  
**72669 Unterensingen (DE)**

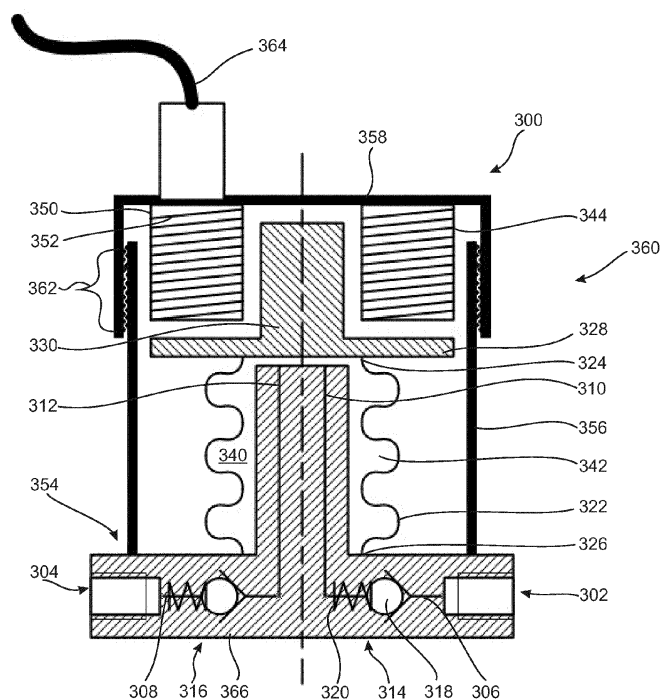
(74) Vertreter: **Cremer, Christian**  
**Cremer & Cremer**  
**Patentanwälte**  
**St.-Barbara-Straße 16**  
**89077 Ulm (DE)**

(30) Priorität: **07.11.2011 DE 202011051879 U**  
**16.03.2012 DE 202012100944 U**

### (54) Faltenbalgpumpe

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pumpe mit einem Balg, insbesondere mit einem Edelstahlbalg, wobei durch Nutzung der Längserstreckung des Balgs

eine Förderung eines zu fördernden Mediums wie Treibstoff durchführbar ist. Die vorliegende Erfindung lehrt zudem, wie selbst mit niedrigen Startdrücken eine erfindungsgemäße Balgpumpe startbar ist.



Figur 3

EP 2 589 807 A1

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pumpe mit einem Balg, insbesondere mit einem Edelstahlbalg, wobei durch Nutzung der Längserstreckung des Balgs eine Förderung eines zu fördernden Mediums wie Treibstoff durchführbar ist. Die vorliegende Erfindung lehrt zudem, wie selbst mit niedrigen Startdrücken eine erfindungsgemäße Balgpumpe startbar ist.

**Stand der Technik**

**[0002]** Eine im Kraftfahrzeugbau häufig verwendete, weil zugleich einfache und trotzdem in weiten Grenzen zuverlässige, Pumpe ist der Typ der Membranpumpe, die auch gerne in anderen Anwendungsgebieten eingesetzt wird.

**[0003]** Beispielhaft sei die DE 195 22 943 A1 (Anmelderin: DAGMA Deutsche Automaten- und Getränkemaschinen GmbH; Anmeldetag: 23.06.1995) genannt, die Membranpumpen als so kostengünstig ausführbar beschreibt, dass sie sogar in zweiteiliger Ausgestaltung realisiert werden können, von denen jeweils ein Teil, nämlich die Pumpkammer mit Ventilen, als Einweg-Einrichtung austauschbaren Getränkebehältern zuzuordnen ist. Hierbei werden, wie in der DE 195 22 943 A1 beschrieben, die Eigenschaften der Gummimembran auf die Viskosität des zu fördernden Mediums, wie zum Beispiel auf die Viskosität eines Mischgetränks, angepasst.

**[0004]** Aus der DE 22 34 311 B (Anmelderin: Walbro Corp.; Prioritätstag: 30.07.1971) ist bekannt, statt Gummi als Membran-Material auch andere elastische, nichtmetallische Materialien einsetzen zu können, um ein solches Material für einen Balg einer Brennstoffmembranpumpe nutzbar zu machen. Die DE 1 866 945 U1 (Anmelder: Prof. Kenrokoro Urata; Prioritätstag: 20.08.1957) führt aus, dass bei einem Balg zusammen mit zwei Düsen, deren Düsenformen in zueinander entgegengesetzte Richtungen angeordnet sind, ohne jegliches Verschlussmittel aufgrund der Nutzung der Viskosität der zu befördernden Flüssigkeiten das Innenvolumen des Balgs für Pumphübe genutzt werden kann, sofern eine parallelverlaufende, den Balg einfassende Schraubenfeder für die Funktion der Rückstellfeder eine ausreichende Gegenkraft erzeugt. Das Material weist Faltenbiegungen, also Knicke auf. Die DE 22 34 311 B empfiehlt zur Verbesserung der Knickwirkungen, dass die Wanddicke in den Faltenbiegungen größer als die maximale Dicke der verbindenden Wandabschnitte sein soll. Zwischenzeitlich durchgeführte Langzeituntersuchungen haben gezeigt, dass die Membran jedoch dazu neigt zu versotten und hält möglicherweise hohen Betriebstemperaturen nicht stand. Offensichtlich waren diese Schwierigkeiten den Entwicklern der in der DE 22 34 311 B gezeigten Pumpe bewusst, denn zur Hubbegrenzung und damit zur Bewegungsreduzierung des Balgs ist ein den Balg durchsetzender Stift mit einer verlängernden Mutter als Anschlagsbegrenzung in der Figur 1 eingezeichnet.

**[0005]** Ist dies nicht möglich, weil der Einbau von Rückschlagsventilen aufgrund der Eigenschaften des zu fördernden Mediums oder aufgrund der Druckverhältnisse als unumgänglich wirken, so soll gemäß der DE 40 32 555 A1 (Anmelderin: Alfred Teves GmbH; Anmeldetag: 13.10.1990) ein Federstahlbalg zur Erzeugung eines Verdrängervolumens (siehe insbesondere Figur 4 der DE 40 32 555 A1) in einem Pumpvolumenraum eine Verwendung finden, auf den ein stößelartiger Aktor Kraft aufbringt, um das Medium in dem außerhalb des Federstahlbalgs angeordneten Druckraums zu fördern. Der stößelartige Aktor ist als ein erstes Bauteil gestaltet, hiervon getrennt ist der Balg, der am Aktor anliegt. Ausschließlich der Balg bestimmt das Pumpvolumen.

**[0006]** Es kann festgehalten werden, dass immer wieder Versuche aus der Patentliteratur herausgelesen werden können, Balge als Pumpelemente einzusetzen. Trotzdem ist die klassische Membranpumpe, insbesondere im Automobilbau, weithin verbreitet.

**[0007]** Beispielhaft darf auf die beiden Schutzrechte DE 10 2004 011 123 A1 (Anmelderin: Hydraulik-Ring GmbH; Prioritätstag: 02.09.2003) und DE 10 2006 044 254 B3 (Patentinhaberin: Thomas Magnete GmbH; Anmeldetag: 16.09.2006) verwiesen werden. Diese Membranpumpen haben insbesondere bei der Förderung von in jüngerer Zeit erhältlichen Kraftstoffen erhebliche Probleme mit der Versottung der Membranoberfläche im Laufe der Zeit, insbesondere bei Kraftstoffen mit einem erhöhten Ethanolanteil. Die Versottungen bei solchen Pumpen können dazu führen, dass die Pumpe ihre Funktionstüchtigkeit komplett einstellt und keine Flüssigkeit mehr fördert.

**[0008]** Aus der DE 867 627 C (Patentinhaberin: Mono-Cam Limited; Prioritätstag: 05.04.1950) ist es bekannt, als Brennstoffeinspritzpumpe eine Balgpumpe zu verwenden, die in der gleichen Weise arbeiten soll wie eine Kolbenpumpe. Die in der DE 867 627 C beschriebenen Bälge werden von den auftretenden Druckdifferenzen im Laufe der Zeit in Mitleidenschaft gezogen.

**[0009]** Aus der DE 195 48 074 A1 (Anmelderin: Aisin Seiki K.K.; Prioritätstag: 26.12.1994) ist ein Balgpumpe bekannt, die als Druckerzeugerpumpe verwendet wird, um mit einem Fluid, wie Benzin, einen Pumpendruck aufzubauen. Diese Balgpumpe weist eine erste, innerhalb des Balgs angeordnete Arbeitskammer auf. Diese erste Arbeitskammer soll mit einem Fluid wie z. B. Benzin gefüllt werden. Es besteht eine Fluidverbindung zu einer Einlassöffnung, die mit einem Rückschlagventil versehen ist. Weiterhin ist diese erste Arbeitskammer mit einer Auslassöffnung verbunden, die ebenfalls mit einem Rückschlagventil versehen ist. Den Balg umgebend ist eine zweite Arbeitskammer ausgebildet, die mit einem Arbeitsfluid zu füllen ist. Durch Erhöhung des Drucks in der zweiten Arbeitskammer soll eine Kontraktion des Balgs

bewirkt werden, wodurch das Rückschlagventil in der Auslassöffnung öffnet und Fluid aus der ersten Arbeitskammer ausströmt. Wird anschließend der Druck in der zweiten Arbeitskammer erniedrigt, so soll das Rückschlagventil zur Auslassöffnung schließen und das Rückschlagventil zur Einlassöffnung soll sich öffnen. Hierbei expandiert der Balg und es wird Fluid durch die Einlassöffnung in die erste Arbeitskammer gesaugt. Die Druckveränderung in der zweiten Arbeitskammer wird durch einen Kolben erreicht, der von einer auf einer Motorwelle angeordneten Exzenternocke zu bewegen ist. Durch Betätigung eines Positionierorgans kann der in der zweiten Arbeitskammer erzeugbare Druck verändert werden. Z. B. wird bei einer Betriebsweise der Balg stärker kontrahiert und auch stärker expandiert als in einer zweiten Betriebsweise, wodurch die Durchsatzmenge des Fluids zu steigern ist. Mit anderen Worten zusammengefasst, handelt es sich bei der in der DE 195 48 074 A1 beschriebenen Pumpe um eine hydraulische Übersetzerpumpe, bei der der Balg als Übersetzungsglied verwendet wird.

**[0010]** Die DE 18 66 945 U (Anmelder: Kenrokoro Urata; Prioritätstag: 20.08.1957) beschreibt eine Pumpe, beispielsweise eine Kolben-, Membran- oder Balgpumpe. Die Pumpe weist als Einlass und als Auslass Düsen auf. Die Düsen bewirken, dass am Einlass und am Auslass keine weiteren Steuerungen nötig sind, um beispielsweise Ventile anzusteuern. Die Düsen sind als hydrodynamischer Wechselwiderstand ausgestaltet. In einer Ausführungsform der in der Gebrauchsmusterschrift angesprochenen drei Varianten ist eine Balgpumpe beschrieben. In der Ausführung als Balgpumpe wird eine Hilfsfeder benötigt, die eine Rückstellkraft für den Anker zur Verfügung stellen soll. Aus Figur 3 der DE 18 66 945 U geht aufgrund der waagerechten Linien, die im Balg gezogen sind, hervor, dass es sich bei dem Balgmaterial um ein Material handeln dürfte, das Falten werfen kann.

**[0011]** Hinweise zu vorteilhaften Verwendungen von Balgen lassen sich auch aus anderen Einsatzgebieten als dem Anwendungsgebiet Kraftfahrzeug entnehmen. Aus der DE 33 33 977 A1 (Anmelderin: Infusaid Corp.; Prioritätstag: 20.09.1982), der DE 33 43 708 A1 (Anmelderin: Moog Inc.; Prioritätstag: 08.12.1982), der DE 33 90 255 C2 (Patentinhaberin: The Johns Hopkins University; Prioritätstag: 04.11.1982) und der DE 91 90 053 U1 (Gebrauchsmusterinhaberin: Infusaid Inc.; Prioritätstag: 25.04.1990) sind implantierbare Infusionsvorrichtungen bekannt, die einen Faltenbalg aufweisen. Zudem wird in der DE 33 33 977 A1 der Vorschlag unterbreitet, vor einem Auslass aus dem Faltenbalg ein Filter anzuordnen. Weil Blut völlig andere Eigenschaften aufweist als Kraftstoff, lässt sich die Lehre der oben genannten Schriften nicht auf die vorliegende Erfindung übertragen.

**[0012]** In der DE 21 43 282 B2 (Anmelderin: Drägerwerk AG; Anmeldetag: 30.08.1971) ist ein Gasspür- bzw. ein Staubsprümmessgerät beschrieben, wobei ein Blasebalg als Saugvorrichtung dient.

## Aufgabenstellung

**[0013]** Es ist eine Pumpe als Alternative zu den gängigen, im Kfz-Bereich gerne eingesetzten Membranpumpen vorzustellen, die auch beim Einsatz unterschiedlichster Kraftstoffe, zum Beispiel als Kraftstoffförderpumpe für Standheizungen, ihre Aufgabe erfüllt und idealerweise erhöhte Stand- und Betriebszeiten im Vergleich zu üblicherweise eingesetzten Membranpumpen anbietet. Die Pumpe soll eine reduzierte Störanfälligkeit aufweisen.

## Erfindungsbeschreibung

**[0014]** Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch eine Pumpe nach Anspruch 1 gelöst, eine vorteilhafte Verwendung der Pumpe ist Anspruch 20 zu entnehmen und ein geeignetes Betriebsverfahren lässt sich Anspruch 21 entnehmen. Vorteilhafte Weiterbildungen lassen sich den abhängigen Ansprüchen entnehmen.

**[0015]** Die vorliegend beschriebene Pumpe ist dazu geeignet, eine Förderung eines Kraftstoffs durchzuführen. Zu den Kraftstoffen, die für Motoren mit Fremdzündung, wie z. B. des Typs "Ottomotor", bestimmt sind, werden auf der einen Seite Additive und auf der anderen Seite so genannte biologische Kraftstoffe wie Ethanol beigemischt, bevor diese Kraftstoffe in den Massenmarkt gelangen, um u. a. den Mineralölanteil zu senken, um u. a. Temperaturstabilitäten des Kraftstoffs sicherzustellen und um u. a. Klopfestigkeiten dem Kraftstoff angedeihen zu lassen. Solche Additive und alternative Kraftstoffanteile sorgen häufig für Ablagerungen im Laufe der Zeit auf den beweglichen Teilen. Dadurch, dass die Anzahl der beweglichen Teile möglichst weit reduziert ist, ist die Gefahr einer Bewegungshemmung aufgrund von Versottungen in der vorgestellten Pumpe sehr weit reduziert.

**[0016]** Ein besonders leicht zu realisierendes Prinzip der Förderung der einzelnen Pumpvolumina besteht darin, mit Einwegventilen - also solchen Ventilen, die in eine Richtung einen Durchfluss gewähren, während in der anderen Richtung, z. B. mittels Drucksteuerung, ein Rückfluss verhindert wird - die Pumpvolumina in einem Druckniveau vor einem Rückfluss zu einem niedrigeren Druckniveau zu schützen.

**[0017]** Die Pumpe hat üblicherweise verschiedene Öffnungen, hiervon ist wenigstens eine Öffnung eine Ansaugöffnung und wenigstens eine Öffnung eine Ausstoßöffnung. Mit gewissen Pulsungen kann ein Volumen der Pumpe, das zuvor über die Ansaugöffnung in das Innere der Pumpe eingetreten ist, über die Ausstoßöffnung nachfolgenden Bauteilen und Baugruppen zur Verfügung gestellt werden. Vorteilhaft sind die Anordnungen der Einrichtungen zur Drucksteuerung, z. B. Einwegventile, Rückschlagventile oder Drucksteuerklappen, innerhalb der Pumpe unmittelbar nach den

Ausstoßöffnungen und den Ansaugöffnungen vorhanden. In Abhängigkeit eines Druckunterschiedes zwischen der einen und der anderen Seite der Einrichtung zur Drucksteuerung gelangt die Einrichtung in eine geöffnete Stellung oder in eine geschlossene Stellung und lässt so ein Pumpvolumen vorbeiströmen. Unter Nutzung der Druckdifferenzen arbeiten die Einrichtungen, insbesondere die Ventile der Einrichtung, selbständig, also autark.

**[0018]** Weil die Pumpe mit einem Balg ausgestattet ist, kann sie auch als Balgpumpe bezeichnet werden. Es ist besonders vorteilhaft, wenn der Balg unmittelbar für das Pumpen einer Flüssigkeit wie Diesel oder Benzin oder einem sonst üblichen Kfz-Kraftstoff verwendbar ist. Die Lebensdauer des Balgs wird gesteigert, wenn er aus einem langlebigen Material hergestellt ist. So bietet es sich an, einen metallischen Balg zu verwenden. Ein Material, das besonders resistiv gegenüber korrosiven Einflüssen ist, ist Edelstahl. Eine geeignete Ausführungsform des Balgs besteht darin, einen Balg aus dem Material Edelstahl, also einen Edelstahlbalg, einzusetzen. Versuche haben gezeigt, dass ein austenitischer Edelstahl besonders gut als Material für den Edelstahlbalg zur Verfügung steht. Edelstähle, die für den Balg verbaut werden können, sind z. B. Edelstahl des Typs 1.4541, des Typs 1.4571, des Typs 1.4404 und des Typs 1.4306. Alternative Metalle für den Balg sind z. B. Bronze. Ein weiteres Material für den Balg ist rostfreier Stahl des Typs AM 350. Ein im Pumpeninneren verbauter Balg kann zum Beispiel ein Edelstahlwellschlauchbalg sein mit parallel verlaufenden Wellungen. Der Balg könnte auch als Wellrohr bezeichnet werden. Der Balg ist wellrohrartig. Auch die anderen benannten Materialien lassen sich gewellt, ziehharmonikaartig um eine Achse herum als Quasiendlos-Rohr, vorzugsweise abgelängt auf die Einfassung des Pumpvolumens in seiner Längserstreckung, insbesondere mit einer Laserschweißschlussnaht, herstellen. Die Wand des Balgs weist keine Knicke oder Zickzack-Falten auf, sie ist also knickfrei, sondern ist an allen Stellen ihrer Verwölbung gerundet. Mit mathematischen Begriffen den Verlauf der Wand beschreibend ist die Position der Wellung als Funktion von der Position in Längserstreckung stetig differenzierbar. Die Wellung des Balgs verläuft ähnlich einer Sinuskurve. Der Verlauf der Wand könnte auch mit Hilfe seitlich entlang einer Längserstreckung der Pumpe aneinandergereihter Kreisbögen beschrieben werden, deren offene Seite mit jedem Kreisbogen abwechselnd in eine um 180° entgegengesetzte Richtung zeigt. Das Wellrohr hemmt Verdrehungen. Das Wellrohr ist vorteilhafterweise torsionssteif. Das Wellrohr ist formstabil. Ein einzusetzender Balg kann ein einwandig gestalteter Balg sein, dessen Wellungen bis zu 10 % des Durchmessers hervorstehen bzw. betragen. Der schlauchartige Balg hat einen Innenraum. Der Innenraum des Balgs wird von Wellungen begrenzt, die zueinander parallel geschichtet sind. Der vom Balg eingefasste Innenraum entspricht dem Pumpvolumen. Weil das Wellrohr torsionssteif ist, kann stets ein Pumpvolumen definiert werden. Die Wand des Balgs weist vorteilhafterweise an allen Stellen eine gleiche Wandstärke auf. Die Wellungen verlaufen in Querrichtung zur Längserstreckung des Balgs. Die Längserstreckung des Balgs ist die Vorzugsrichtung für die Bewegung des Balgs. Die größte Bewegungsfreiheit hat der Balg in einer Richtung parallel der schlauchartigen Mittelachse. Jede einzelne Wellung kann sich strecken und stauchen. Durch die Streckungen und Stauchungen wird die Eintrittstiefe der Wellen in den Innenbereich, also auf die Mitte des Innenraums - entlang der Mittelachse - zu, verändert. Es ist sinnvoll, Bälge einzusetzen, die eine Lastspielzahl von größer als  $1,0 \cdot 10^6$  Spiele ohne Materialversagen überstehen können. Mit anderen Worten, der Balg wirkt wie ein Wellbalg.

**[0019]** Das Pumpvolumen der Pumpe wird in zumindest einer Stellung, also in einer Pumpstellung, durch den Balg eingefasst und durch eine Platte an einem Ende begrenzt bzw. abgeschlossen. Der Innenraum wird also in einer Richtung durch den Balg und die Platte gebildet. Der Balg mündet in die Platte. Balg und Platte sind miteinander verbunden. Die Platte ist jedoch beweglich im Pumpengehäuse angeordnet. Die Platte steht permanent mit der Flüssigkeit im Förderolumen in Berührung.

**[0020]** Eine so gestaltete Pumpe ist für das Fördern von Kraftstoffen besonders gut geeignet. Die Pumpe hat eine geringe Neigung, aufgrund des Fördermediums Kraftstoff im Laufe des Betriebs zu versotten. Soll durch die Pumpe, die Kraftstoffpumpe, Kraftstoff in eine Standheizung gepumpt werden, so wird in der Regel kein besonders druckaufgeladener Kraftstoff benötigt, sondern die kontinuierliche, langfristige Förderung ist sicherzustellen. Das Pumpvolumen bildet sich zwischen verschiedenen, das Pumpvolumen begrenzenden Bauteilen aus. Ein solches Bauteil ist der Balg, der eine Außenbegrenzung des Pumpvolumens darstellt. Der Balg kann unterschiedlich weit erstreckt werden, insbesondere während des Pumpbetriebs. Der Balg ist in einer Richtung verlängerbar bzw. zu verkürzen, in der sich der jeweilige Pumphub ebenfalls bewegt. Der Balg ist in Richtung eines Pumphubs dehnbar. Der Balg ist in Richtung eines Pumphubs auch stauchbar. Es kann eine so genannte Nulllage gewählt werden, in der der Balg schon eine gewisse Stauchung erfährt. In der Nulllage übt ein Aktor vorteilhafterweise keine axiale Kraft aus. Es herrscht also ein Kräftegleichgewicht. Im Zuge des Ansaugtaktes kann der Balg aus seiner Stauchung in eine Dehnung übergeführt werden. Der Balg kann z. B. so weit gestaucht werden, dass er nur noch 20 % seiner gesamten Länge (in Nulllage) beträgt. Der Balg kann anschließend soweit ausgelenkt werden, dass der Balg bis zu 20 %, teilweise sogar bis zu 80 % über seiner Nulllage hinweg verlängert ist. Das bedeutet, der Pumphub bewegt sich zwischen einer um 20 % bis 80 % (im Vergleich zur Nulllage) gestreckten Anordnung des Balgs und einer zwischen 20 % und 80 % gestauchten Anordnung des Balgs. Ein weiteres Bauteil für die Begrenzung des Pumpvolumens ist eine Platte. Die Platte kann nicht nur als begrenzende Platte eingesetzt werden, sondern gleichzeitig Aufgaben eines elektromagnetischen Ankers übernehmen. Die Platte ist in diesem Fall eine Ankerplatte. Eine weitere Außenbegrenzung ergibt sich z. B. durch einen Boden der Pumpe. Das Pumpvolumen kann somit schlauchartig, es kann auch gesagt werden, zylinderförmig, entlang des Zylindermantels

vergrößert und verkleinert werden.

**[0021]** Eine solche Pumpe sucht ihr Kräftegleichgewicht an einer Stelle durch eine Verschiebung der Platte. Die Platte ist von einer Seite durch den Balg gehalten bzw. eingespannt. Die Platte ist von der anderen Seite in ihrer Lage durch elektromagnetische Feldlinien beeinflusst. Zusätzlich gibt es weitere Quellen des Krafteinflusses auf die Platte, z. B. ein hydraulischer Gegendruck während des Pumpvorgangs bzw. des Pumptaktes oder ein hydraulischer Unterdruck während des Ansaugtaktes. Das Pumpvolumen bildet sich dadurch aus, dass die Platte in einer Gleichgewichtslage vorhanden ist. Die Gleichgewichtslage der Platte wird durch eine Federkraft des Balgs und eine elektromagnetische Gegenkraft hergestellt (und noch weitere, auf die Platte einwirkende Kräfte).

**[0022]** Die Eigenspannungen des Balgs und die für den Pumpenhub notwendigen, ständig durchzuführenden Bewegungen des Balgs sorgen dafür, dass Ablagerungen auf einer Seite des Balgs immer wieder durch Oberflächendehnungen und Oberflächenstauchungen abgestoßen werden. Bei einem mit Wellungen realisierten Balg können die nach außen oder nach innen weisenden Wellungen jeweils abgeflacht oder stärker gekrümmt werden, um die Längserstreckung des Balgs zu verändern. Aufgrund der parallel verlaufenden Wellungen und einer nahezu als konstant zu betrachtenden Wandstärke entwickeln viele der mehrfach vorkommenden Wellungen eine nahezu gleichartige Biegungsänderung, wenn der Balg in Betrieb gesetzt wird. Die Belastung auf den gesamten Balg ist gleichverteilt, während der Balg die Pumphubbewegungen durchführt. Durch die Nutzung der Längserstreckung des Balgs für die Volumenänderung können sehr dünne, d. h. dünnwandige, Balge eingesetzt werden, die trotzdem eine ausreichende mechanische Stabilität aufweisen. Typische Materialstärken für geeignete Balge liegen in einem Bereich von 0,05 mm bis zu 0,3 mm oder 0,5 mm.

**[0023]** Die Platte hat auf der einen Seite die Funktion, den Innenraum zu begrenzen. Die Platte steht mechanisch mit einem elektromagnetischen Anker in Verbindung. Je nach Material der Platte, kann die Platte gleichzeitig Teil des elektromagnetischen Ankers sein. Platte und elektromagnetischer Anker können zu einem Bauteil stoffschlüssig geformt sein. Wenn die Platte und der Anker stoffschlüssig zu einem Bauteil geformt sind, sind weniger Fertigungsschritte zur Herstellung des Bauteils notwendig, als bei Verwendung unterschiedlicher Materialien für Platte und Anker. Der Anker ist Teil eines elektromagnetischen Stellorgans, über das der Pumpenhub eingestellt wird und der Pumpenhub erzeugt wird. Je nachdem, wo sich die Platte im Inneren des Gehäuses der Pumpe (relativ gesehen) befindet, ergibt sich das jeweilige Pumpvolumen der Pumpe. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung, verursacht eine reine Plattensteuerung, die elektromagnetisch sehr leicht umzusetzen ist, den gewünschten Pumpenhub. Die Anzahl der bewegenden Teile ist sehr weit reduziert. Bauteile, die mit zu fördernden Medien in Kontakt stehen, sind stoffschlüssig ausgeführt. Reibung zwischen den einzelnen medienbenetzten Bauteilen kann so vermieden werden.

**[0024]** Durch die Verwendung eines metallischen Wellbalgs ist die Pumpe temperaturfest. D. h., die Pumpe hält Betriebstemperaturen von mindestens 100 °C, bevorzugt 150 °C oder sogar höheren Temperaturen stand. Ein geeigneter Betriebstemperaturbereich ist ein Temperaturbereich zwischen -20 °C und 120 °C. Dadurch ist die Pumpe zur Verwendung mit Kraftstoffen besonders geeignet. Die Pumpe kann auch in der Nachbarschaft zu Brennräumen, beispielsweise in einer Standheizung, betrieben werden, ohne Gefahr zu laufen, zu überhitzen oder gar in Brand zu geraten.

**[0025]** Die zuvor beschriebene Balgpumpe lässt sich sehr leicht starten. Der Balg der Balgpumpe mündet in einer Ausgestaltung in eine Platte. Die Platte ist beweglich in der Balgpumpe vorhanden. Die Platte ist an dem Balg angebunden. Der Balg ist fest mit der Platte verbundenen. Die Platte ist wiederum beweglich, somit sind Platte und Balg in der Balgpumpe beweglich. Mit einem Antrieb wird die Platte ausgelenkt. Die Auslenkung der Platte überträgt sich auf den Balg, die Auslenkung lenkt wiederum den Balg aus. Zwischen Balg und Platte ist ein Pumpenraum, der auch als Arbeitsraum bezeichnet werden kann. Mit anderen Worten, der Balg und die Platte umschließen an verschiedenen Seiten einen Arbeitsraum. Besonders effektiv ist eine elektromagnetische Steuerung der Platte, d. h., eine Platte, die als Anker oder als magnetischer Schluss in einem magnetischen Kreis arbeitet. Weiterhin vorteilhaft ist es, wenn der Balg unmittelbar elektromagnetisch über ein elektromagnetisches Hubelement bewegt, also entweder gestaucht oder gestreckt bzw. wechselweise gestaucht und gestreckt werden kann. Die Bewegung bzw. die jeweils einzunehmende Lageposition des Balgs wird über eine Platte vermittelt. Mit dem Balg ist eine Platte fest verbundenen, jedoch beweglich im Pumpengehäuse angeordnet. Die Bewegung der Platte wird mittels eines Antriebs hervorgerufen. Der Antrieb dient zur Auslenkung der Platte, mit anderen Worten, der Antrieb bestimmt die jeweils einzunehmende Relativlage des Balgs im Pumpengehäuse. Hierbei kann der Innenraum des Balgs als Pumpvolumen (zumindest teilweise) genutzt werden.

**[0026]** Ein zentrales Bauteil im Inneren des Pumpengehäuses kann ein Grundkörper sein. Der Grundkörper kann sich auch in den Bereich zwischen dem Balg und der Platte erstrecken. Das Volumen, das der Grundkörper einnimmt, ist nicht dem Innenraum des Balgs zuzurechnen. Der Grundkörper zählt also nicht zu dem Innenraum. Der Innenraum wird auf mehr als 90 % seiner axialen Erstreckung einerseits von dem Balg und andererseits von dem Grundkörper in radialer Richtung begrenzt. Der Grundkörper dient zur Befestigung und zur Lagerung. Der Grundkörper kann so gestaltet sein, dass zumindest das erste Rückschlagventil in diesem Grundkörper gelagert ist. Im Anschluss an das erste Rückschlagventil folgt eine Vorkammer. Die Vorkammer grenzt an dem Rückschlagventil an. Die Vorkammer schließt sich an das erste Rückschlagventil an. Die Vorkammer lässt sich so mithilfe einer Steuerung durch die Platte zum Aufziehen des ersten Rückschlagventils einsetzen. Die Vorkammer verstärkt durch Unterdruckbildung die Öffnungsbewegung des Rückschlagventils.

**[0027]** Des Weiteren sind in einer besonders günstigen Ausgestaltung Kanäle in dem Gehäuse der Balgpumpe vorhanden. Ein Kanal kann als Einlasskanal bezeichnet werden. In der Balgpumpe wird der Arbeitsraum über einen Einlasskanal hydraulisch erschlossen. Daneben gibt es einen Auslasskanal. Über den Auslasskanal kann der Arbeitsraum sein Fluid weiterleiten. Mit dem Arbeitsraum ist der Auslasskanal verbindbar. Der Auslasskanal stellt in einem Konfigurationszustand eine Verbindung bis zu dem Arbeitsraum her. In dem Einlasskanal ist das erste Rückschlagventil eingebaut. In dem Auslasskanal ist ein weiteres Rückschlagventil, das zweite Rückschlagventil eingebaut.

**[0028]** Der Grundkörper hat in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung im Inneren der Balgpumpe solche Abmessungen, dass mindestens das erste Rückschlagventil in dem Grundkörper angeordnet sein kann. Das Rückschlagventil ist in dem Grundkörper gelagert. Das Öffnen des Rückschlagventils erfolgt durch eine bewusste Unterdrucksteuerung. Der Unterdruck wird durch eine Vorkammer erzeugt, in die das Fluid nach einem Aufziehen des Rückschlagventils einströmen kann. Der Unterdruck bildet sich während einer gewissen Zeit in der Balgpumpe. Für den Unterdruck wird die Vorkammer eingesetzt. Das erste Rückschlagventil wird durch einen phasenweise vorhandenen Unterdruck aufgezogen. Der Unterdruck, hervorgerufen durch die Vorkammer, zieht das Rückschlagventil in eine Durchlassstellung.

**[0029]** Obwohl der Balg nur einen geringen Druckunterschied und damit nur eine geringe Förderhöhe zulässt, ist ein sicheres Ansaugen, insbesondere in einer Startphase der Balgpumpe, aufgrund des Unterdrucks in einem speziellen Abschnitt, der in einer Konfiguration in den Arbeitsraum münden kann, gewährleistet.

**[0030]** Nachfolgend werden vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dargelegt, die für sich gesehen, sowohl einzeln aus auch in Kombination, ebenfalls erfinderische Aspekte offenbaren können.

**[0031]** Vorteilhafterweise umfasst der Innenraum mindestens einen Arbeitsraum und eine Vorkammer. Die Vorkammer wird eingefasst bzw. begrenzt durch den Grundkörper und durch die Platte. Die Vorkammer spannt sich zwischen der Platte und dem Grundkörper auf. Je nach Lage der Platte ergibt sich eine von der Lage abhängige Größe bzw. Abmessung der Vorkammer.

**[0032]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung geht die Vorkammer in den Arbeitsraum über. Die Vorkammer steht mit mindestens einem Arbeitsraum in Verbindung. Der Durchmesser bzw. die Durchflussbreite können im Betrieb variieren. Es ist jedoch vorteilhaft, wenn eine permanente, zumindest geringfügige Verbindung zwischen Vorkammer und Arbeitsraum verbleibt, z. B. durch einen Abstand von weniger als 1 mm, z. B. von 3/10 mm zwischen der Platte und dem Grundkörper. Platte und Grundkörper schließen nicht vollständig. Es verbleibt ein bewusster Spalt zwischen der Platte und dem Grundkörper. So kann insbesondere eine permanente hydraulische Verbindung zwischen Vorkammer und Arbeitsraum geschaffen werden. Die Vorkammer mündet in den Arbeitsraum.

**[0033]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Arbeitsraum einen Drosselbereich aufweist. Der Arbeitsraum wird vorteilhafterweise von einer Starterhülse unterteilt. Die Starterhülse weist die Form eines Zylindermantels auf. Die Starterhülse umhüllt den Grundkörper zumindest abschnittsweise. Je nach gewünschter Drosselwirkung kann ein bestimmter Abstand der Starterhülse vom Grundkörper gewählt werden. Die Starterhülse verläuft parallel entlang einer Hubrichtung des Balgs. Die Starterhülse kann sich in einen Übergangsbereich der Vorkammer zum Arbeitsraum hinein erstrecken. Die Starterhülse ist mit dem Arbeitsraum verbunden. Die Starterhülse kann auch mit der Vorkammer verbunden sein. Die Starterhülse befindet sich zwischen dem Balg und dem Grundkörper. Zwischen der Starterhülse und dem Grundkörper befindet sich der Drosselbereich. Die Starterhülse stabilisiert den Balg innwandig. Hierdurch werden Längenänderungen und Toleranzen des Balgs kompensiert. Das Unterdruckverhalten bleibt konstanter.

**[0034]** Die Platte übernimmt vorteilhafterweise weitere Funktionen. Die Platte kann als Anlagerungselement für den Balg dienen. Die Platte bietet eine mechanisch stabilisierende Wirkung für den Balg. Der Balg wird an einem Zusammensinken bei zu hohen Außendruckverhältnissen, außerhalb des Innenraums, durch die Platte gehindert. Die Platte und der Balg sind durch eine Verbindung aneinander geschlossen. Eine solche Verbindung kann eine stoffschlüssige Verbindung sein, z. B. eine thermisch hergestellte Schweißverbindung (mittels Laserschweißen). Zwischen der Platte und dem Balg gibt es keinen Spalt. Der Balg weist sowohl gegenüber Flüssigkeiten wie auch gegenüber Gasen, beispielsweise Wasserstoff oder Helium, eine ausreichende Förderdichtigkeit auf. Im Ergebnis wirkt es so, als ob die Platte und der Balg einstückig (fast aus dem gleichen Material) hergestellt sind. Bei näherer Untersuchung ergibt sich, dass der erste Eindruck bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung falsch ist, denn die Platte ist aus einem magnetisierbaren Werkstoff wie einer Legierung auf Eisen, Nickel oder Kobalt-Basis hergestellt, während der Balg z. B. aus einem Edelstahl hergestellt sein kann. Diese unterschiedlichen Materialien können dann geklebt, lasergeschweißt oder gelötet sein. Hierdurch wird eine gute, langzeitstabile innere Hülle für das Pumpvolumen gebildet, wobei die einzelnen Bereiche der Hülle auf die von ihnen zu übernehmenden Funktionen abgestimmt sind.

**[0035]** Für ein besseres, insbesondere berührungsloses, Anschmiegen der Platte an den Grundkörper kann die Platte vorteilhafterweise mehrstufig ausgestaltet sein. Es kann auch gesagt werden, für ein mechanisches Nachzeichnen oder Abbilden folgt die Form der Platte der Form des Grundkörpers. Die Platte kann ein gestuftes Aussehen haben. Die Platte kann mit einer Wanne verglichen werden. Die Platte kann als wannenartiges Stück betrachtet werden. Ein Teil der Platte hat einen Vorsprung in eine Richtung von einer Mittelachse der Platte aus gesehen. Die Platte kann im Übrigen symmetrisch gestaltet sein, z. B. um einen Zentralpunkt herum. Mit einem Vorsprung kann die Platte ausgestattet ein Achsensymmetrieteil sein. Mit anderen Worten, die Symmetrie bezieht sich auf eine durch die Platte zu legende Sym-

metrieachse. Die Platte ist besonders kostengünstig herzustellen, wenn es sich bei der Platte um ein Formblechteil handelt, insbesondere um ein tiefgezogenes Formblechteil. Der Grundkörper und die Platte können aufeinander abgestimmt sein. Sind die Stufen der Platte in den gleichen Abständen arrangiert wie Hinterzüge an einer Seite des Grundkörpers, können sich die Stufen an Ausläufern des Grundkörpers gut anschmiegen. In einem solchen Fall kann auch

5 gesagt werden, die Platte verläuft parallel zu den Vor- und Rücksprüngen des Grundkörpers.  
**[0036]** In einer Weiterbildung hat die Balgpumpe eine so gestaltete Platte, dass die Platte möglichst exakt auf den Grundkörper abgestimmt ist. Der Grundkörper hat an einer Seite ähnliche Symmetrien wie die Platte. Grundkörper und Platte haben Abmessungen, die aufeinander passen. Zumindest ein Teil der Platte greift in eine in dem Grundkörper ausgebildete Vertiefung ein. Die Vertiefung ist gegensymmetrisch zur Platte gestaltet. Die Platte hat Vorsprünge, die  
 10 auf die Vertiefungen des Grundkörpers passen. Die Platte ragt in die Vertiefungen des Grundkörpers. Ausspülungen im Laufe der Pumpenbetriebszeit werden dadurch verringert, dass die Strömungsverhältnisse des Kraftstoffs in die und aus der Pumpe heraus durch Kanäle zu dem Innenraum der Pumpe so gestaltet sind, dass möglichst wenige Turbulenzen entstehen. Ein Beitrag dazu kann darin bestehen, wenn wenigstens eine Mündung eines Kanals zu der Ansaug- und/oder Ausstoßöffnung parallel zu einer axialen Bewegungserstreckung des Balgs ausgerichtet ist. Der Balg hat eine  
 15 Erstreckung in Bewegungsrichtung. Diese Bewegungserstreckung verläuft axial entlang der zentralen Achse des Balgs. Der Kanal, der zu dem Pumpraum oder aus dem Pumpraum heraus führt, kann parallel zur Bewegungsrichtung des Balgs angeordnet sein. Energieverluste aufgrund von Strömungsumlenkungen werden reduziert, was wiederum zur Lebensdauer der Pumpe beiträgt.

**[0037]** An einer Seite geht der Balg in die Platte, insbesondere in die Ankerplatte über. An einer anderen Seite geht  
 20 der Balg in den Gehäuseboden der Pumpe über. Der Übergang des Balgs in den Gehäuseboden erfolgt in einer günstigen Ausgestaltung stoffschlüssig. Der Balg ist also zweiseitig eingespannt. Der Balg stellt das vermittelnde Bauteil zwischen Platte und Gehäuseboden dar. Der Balg begrenzt das Pumpvolumen. Der Balg arbeitet gleichzeitig als Feder. Der Balg arbeitet mit seiner Federkraft gegen die Spulenkraft einer Spule. Der Gehäuseboden, der Balg mit seiner Innenseite und die Platte mit ihrer Pumpseite bilden das Pumpvolumen, das unterschiedlich groß sein kann, indem die Platte örtlich  
 25 verschiebbar ist.

**[0038]** Die Pumpe ist nach außen hin geschlossen ausgebildet, indem eine Außenhülle der Pumpe durch ein Gehäuse vorhanden ist. Weil ein Teil des Gehäuses, z. B. der Gehäusedeckel, unterschiedlich festzusetzen ist, kann so der Bewegungsfreiraum und die Kraft, mit der der Pumptakt ausgeführt wird, über die exakte Position des Gehäusedeckels  
 30 eingestellt werden. Der Gehäusedeckel kann in unterschiedlichen Positionen auf einem wannenartigen Gegenstück, z. B. dem Gehäuseboden, aufgesetzt werden. Eine besonders vorteilhafte Ausführung besteht darin, wenn der Gehäusedeckel in axialer Richtung in unterschiedlichen Rastpositionen arretierbar ist. Hierzu bieten der Gehäusedeckel und sein Gegenstück mehrere Rastpositionen. In einer alternativen Ausgestaltung kann zwischen Gehäusedeckel und seinem Gegenstück des Gehäuses eine Gewinde vorhanden sein, durch das unterschiedliche Positionen angeboten werden. Über einen einstellbaren Deckel kann eine Justierung der Pumpe vorgenommen werden. Unnötige Kräfte werden ver-  
 35 mieden. Die Lebensdauer der Pumpe lässt sich steigern.

**[0039]** Ventile, die aufgrund ihrer Einfachheit eine besondere Zuverlässigkeit zeigen, sind Kugelsitzventile, die die Druckniveaus der unterschiedlichen Stufen vor, in und nach der Pumpe gegeneinander verriegeln können. Zumindest in einer der Öffnungen wie Ansaugöffnung oder Ausstoßöffnung kann ein Kugelsitzventil als Rückschlagventil vorhanden  
 40 sein. Die Rückschlagventile können hydraulische Stufen über die Balgpumpe realisieren bzw. gegeneinander abgrenzen. In einer Ausgestaltung ist in dem Einlasskanal ein erstes Rückschlagventil. In dem Auslasskanal ist vorteilhafterweise ein zweites Rückschlagventil angeordnet. Die Rückschlagventile können z. B. wechselweise in einem geöffneten Zustand, also in einem durchgeschalteten Zustand, verweilen. Zumindest eines der Rückschlagventile kann auch als Tellerrückschlagventil ausgestaltet sein. Ein Tellerrückschlagventil ist an der Position des ersten Rückschlagventils ein  
 45 geeignetes Rückschlagventil, weil das Tellerrückschlagventil nur ein geringes Totvolumen aufweist. Ein Tellerrückschlagventil kann so gestaltet sein, dass es sich selbst in einem Fluid ausrichtet. Die Länge des Tellerrückschlagventils kann auch von einem Filterkorb eingefasst werden. Das Tellerrückschlagventil kann zumindest abschnittsweise von dem Filterkorb umschlossen sein.

**[0040]** Das Tellerrückschlagventil leitet seinen Namen von einem Teller ab, der als Ventilsitz genutzt werden kann. Weiterhin haben Tellerrückschlagventile in der Regel einen Stift. Weiterhin kann eine Feder vorgesehen sein. Ein Tel-  
 50 lerrückschlagventil umfasst eine Feder, einen Stift und den Teller. Der Stift kann freihängend in dem Grundkörper angeordnet sein. Der Stift wird nur von einer Seite aus gehalten. In einem solchen Fall hat das Tellerrückschlagventil ein freies Ende. An seinem freien Ende kann zusätzlich an dem Stift eine Auflagefläche angeformt sein. Die Auflagefläche ist für die Feder ausgebildet. Die Feder stützt sich an der Auflagefläche ab.

**[0041]** In der Balgpumpe richtet sich das Tellerrückschlagventil von selbst aus, wenn es einseitig gehalten ist. Das  
 55 Tellerrückschlagventil kann von unterschiedlichen Seiten betrachtet werden. Eine Seite ist die dem Teller zugewandte Seite. Die Feder ist auf der dem Teller zugewandten Seite mit einer Grundplatte fest verbunden. Die Grundplatte ist Teil des Grundkörpers. Die Grundplatte beschließt den Grundkörper. Die Grundplatte ist der Teil, der den Grundkörper gestuft ausgestaltet. Die Grundplatte ist fest mit dem Grundkörper verbunden.

**[0042]** Das Strömungsverhalten in der Balgpumpe kann durch Oberflächengestaltungen der Wände, die von dem Fluid benetzt werden, verbessert werden. Das erste Rückschlagventil kann in radialer Richtung eine Trichtererweiterung haben. An einer Seite des Grundkörpers kann der Grundkörper die Trichtererweiterung aufweisen. Die Trichtererweiterung kann bis zu dem Einlasskanal reichen.

**[0043]** Der Grundkörper der Balgpumpe kann zumindest teilweise hohl gestaltet sein. Das Tellerrückschlagventil sowie der Filterkorb können in dem Hohlraum in dem Grundkörper angeordnet sein. Der Hohlraum kann als Reservoir dienen. Der Hohlraum kann in einer Ausgestaltung ein Mehrfaches des Volumens des Vorraums aufweisen. Ein Umladen des Kraftstoffs bzw. des Fluids von dem Reservoir in den Vorraum wird so schnell sichergestellt. In dem Grundkörper ist das Reservoir für das Nachladen des Arbeitsraums durch eine Hohlrumbaueingehalten.

**[0044]** In einer Ausgestaltung kann das Volumen des Reservoirs mindestens das 10-fache Hubvolumen der Balgpumpe haben. In einer kompakteren Ausgestaltung kann das Hubvolumen ein Fünftel des Volumens des Reservoirs betragen. Ein weiteres Verhältnis, das einen Einfluss auf das Arbeitsverhalten der Balgpumpe hat, ist das Verhältnis des gesamten Hubvolumens der Balgpumpe zu dem Volumen, das der Vorkammer zuzurechnen oder zuzuordnen ist. Das maximale Volumen, das der Vorkammer zugeordnet werden kann, sollte in einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung weniger als ein Zehntel des von der Balgpumpe pro Arbeitshub geförderten Hubvolumens entsprechen. Wird das gesamte Hubvolumen mit dem Volumen der Vorkammer verglichen, so ist es vorteilhaft, wenn das Hubvolumen wenigstens zehnmal so groß ist wie das Vorkammervolumen.

**[0045]** Um die Wartungsintervalle zu verlängern kann eine möglichst große Filterfläche vorgehalten werden. Der Filterkorb kann z. B. (quer zur Hauptströmrichtung des Fluids vom Reservoir zum Öffnungsquerschnitt des Rückschlagventils) mindestens die dreifache Fläche im Vergleich zu der engsten Stelle eines Strömungsquerschnitts in dem ersten Rückschlagventil aufbieten. Diese Querschnittsgegenüberstellung lässt sich durch Vergleich z. B. dann messen, wenn das Tellerrückschlagventil in Durchlassstellung steht. Eine noch größere Langlebigkeit ist dadurch zu erzielen, dass die Fläche des Filters mehr als das zehnfache der Fläche des Fluiddurchtritts durch das erste Rückschlagventil beträgt. Durch einen großflächigen, mehrseitig zu nutzenden Filterkorb lassen sich die Wartungsintervalle reduzieren. Insbesondere Benzin für Standheizungen gilt als hochgradig verschmutzt.

**[0046]** Für eine besondere mechanische Stabilität kann der im Reservoir sonst frei vorhandene Filterkorb einseitig von dem Grundkörper anliegen und so durch den Grundkörper getragen werden.

**[0047]** Die erfindungsgemäße Pumpe hat einen Balg, der ein Faltenbalg in einer vorteilhaften Ausgestaltung aus Edelstahl sein kann. Der Balg übernimmt die Funktion der trennenden Membran und eines Federelementes zur Rückstellung der Platte. Die Platte, die auch als Pumpenplatte bezeichnet werden kann, wird von der elektrischen Spule im oder am Deckel nach Anlegen eines Stroms angezogen und vergrößert hierbei das zwischen Anschlussplatte, Faltenbalg und Pumpenplatte eingeschlossene Volumen derart, dass ein Medium über das in der Anschlussplatte befindliche Steuerventil (z. B. als Kugelrückschlagventil oder als Tellerrückschlagventil ausgeführt) angesaugt wird. Dabei wird der Faltenbalg elastisch in die Länge gezogen. Wird die Spule wieder stromlos geschaltet, zieht sich der Faltenbalg in seine Ausgangslänge zurück und das angesaugte Medium wird über das zweite, dem ersten entgegengesetzt wirkende Steuerventil ausgestoßen bzw. in einen entsprechenden nachgeschalteten Druckkreis gefördert.

**[0048]** Durch permanentes An- und wieder Abschalten des Spulenstroms wird eine kontinuierliche Förderung des Mediums erreicht.

**[0049]** Des Weiteren kann über den einstellbaren Gehäusedeckel der Hub der Pumpe eingestellt und begrenzt werden (es können Einstellungen zu dem Fördervolumen und zum Toleranzausgleich durchgeführt werden).

**[0050]** Die zuvor dargestellte Pumpe kann dazu benutzt werden, Drücke von 1 bar bis 2 bar in beliebigen Volumina, die nur von dem Durchmesser des Balgs und dem Durchmesser der Platte abhängen, zur Verfügung zu stellen.

**[0051]** In einer vorteilhaften Ausführungsform sind Platte und Anker zweiteilig gestaltet. Dabei kann der Anker mit der Platte mechanisch verbunden sein, z. B. angeschraubt sein. Durch die Zweiteiligkeit des bewegenden Bauteils aus Platte und Anker sind unterschiedliche Materialien für die Platte und für den Anker möglich. Vorzugsweise ist dabei der Anker aus einem magnetisierbaren Metall. Die Platte kann aus Edelstahl gefertigt sein. Die Platte und der Balg können aus gleichartigen Materialien gefertigt sein. Der Anker ist über eine Feder gegenüber einer Einstellschraube abgestützt. Mit Hilfe der Einstellschraube kann der Anker vorgespannt werden. Die Vorspannkraft kann so eingestellt werden, dass keine Anschlagselemente erforderlich sind.

**[0052]** Ein Teil des Ankers kann in einer Führungshülse untergebracht sein, um Verkantungen zu vermeiden. Die Führungshülse ermöglicht dem Anker und der mit dem Anker verbundenen Platte nur Bewegungen in eine Dimension. Durch die Führungshülse ist nur ein Stauchen und Dehnen des Balgs möglich.

**[0053]** In einer erfindungsgemäßen Balgpumpe treten verschiedene Kräfte auf. Der Balg bewirkt eine Rückstellkraft, die seiner Ausdehnung über die Nulllage hinaus entgegenwirkt. Im Falle einer Stauchung des Balgs zieht die Rückstellkraft den Balg in die Nulllage zurück. Die Rückstellkraft des Balgs kann durch die Feder, die den Anker gegenüber der Stellschraube abstützt, verstärkt werden. Bei einer Dehnung des Balgs wird die Feder zusammengedrückt. Die Feder bewirkt bei einer Dehnung des Balgs eine Kraft, die den Balg in die Nulllage zurückführt. Weiterhin wirkt zumindest zeitweise die magnetische Antriebskraft der Spule. Schließlich können weitere Kräfte auftreten, die beispielsweise durch

Druckunterschiede in der Pumpe oder durch Reibung hervorgerufen werden.

[0054] In einer ersten Ausgestaltung kann das Kräfteverhältnis zu den verschiedenen Pumpstellungen so eingestellt werden, dass die jeweilige Kraft, die einer Bewegung der Platte in einer Bewegungsrichtung zum Ende des Bewegungsfreiraums hin entgegenwirkt, größer im Bereich des Endes des Bewegungsfreiraums wird als die für die Bewegung zuständige Kraft, sodass eine Endanschlagsposition nicht erreichbar ist.

[0055] Wird die Rückstellkraft unter Berücksichtigung der Federkraft des Balgs und der elektromagnetischen Kraft des Ankers so eingestellt, dass die Endanschlagsposition nicht erreicht werden kann, findet kein Ankeranschlag statt. Typische Anschlagsgeräusche lassen sich vermeiden. Die Pumpe arbeitet also geräuscharm.

[0056] In einer zweiten Ausgestaltungsform können zusätzliche Dämpfungselemente, z. B. gummiartige Flächen, auf den Breitseiten der Platte angeordnet werden, damit die Platte am Ende ihres Bewegungsfreiraums gedämpft gegen ein Anschlagselement, z. B. gegen eine Spule für den Plattenanker, anschlägt. Kombinationen aus Kräfteeinstellungen und zusätzlichen Dämpfungselementen sind ebenfalls möglich. Die Platte kann mit einzelnen Dämpfungselementen auf ihren Flächen ausgestattet sein. Als Dämpfungselement kann z. B. auch ein mechanisch stabiles Lot genutzt werden, mit dem die Verbindung zwischen Balg und Platte stoffschlüssig hergestellt worden ist. Eine Verringerung der Bewegungsgeschwindigkeit der Platte am Ende des Bewegungsfreiraums sorgt für eine leisere Pumpe, bei der weniger Energie elektroakustisch umgesetzt wird. Durch einen verzögerten Anschlag am Ende des Bewegungsfreiraums wird die Lebensdauer der Pumpe gefördert.

[0057] Vorteilhaft ist es, dass nur wenige Teile, eigentlich in einer optimierten Ausgestaltung nur zwei Teile überhaupt bewegt werden müssen, nämlich Balg und Platte. Diese Teile sind jedoch keine gegeneinander bewegten Teile. Die bewegten Teile, die von Medium benetzt sind, machen keine Bewegungen gegeneinander. Weil der Balg nur elastisch gedehnt wird und die Platte nur mit der starren Fläche zum Medium zeigt, sind Versottungsgefahren deutlich reduziert. Alle Teile mit Kontakt zum Medium sind aus dem Werkstoff "Edelstahl" herstellbar. Durch die Nutzung von z. B. Edelstahl werden die beweglichen Teile unempfindlich gegen sehr viele zu fördernde Medien wie Öl, Kraftstoffe, Bremsflüssigkeiten. Besondere Vorkehrungen oder Materialanpassung erübrigen sich. Zudem sind ein einfacher Toleranzausgleich und eine einfache Einstellung des Fördervolumens über den Pumpenhub (natürlich innerhalb des vom Balg zulässigen Bereichs) möglich.

[0058] Die zuvor dargestellten Kombinationen und Ausführungsbeispiele lassen sich auch in zahlreichen weiteren Verbindungen und Kombinationen betrachten.

## Figurenkurzbeschreibung

[0059] Die vorliegende Erfindung kann noch besser verstanden werden, wenn Bezug auf die beiliegenden Figuren genommen wird, die beispielhaft besonders vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten darlegen, ohne die vorliegende Erfindung auf diese einzuschränken, wobei

Figur 1 eine erste Ausführungsform in einer ersten Stellung,  
 Figur 2 eine zweite Ausführungsform in einer weiteren Stellung,  
 Figur 3 eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe,  
 Figur 4 eine Balgpumpe in einer weiteren Ausführungsform,  
 Figur 5 eine Grundplatte mit Tellerrückschlagventil in geschlossener Position,  
 Figur 6 die Grundplatte mit dem Tellerrückschlagventil aus Figur 5 in geöffneter Position,  
 Figur 7 ein Tellerrückschlagventil in geschlossener Position mit Grundplatte mit einer Trichtererweiterung,  
 Figur 8 das Tellerrückschlagventil aus Figur 7 in geöffneter Position,  
 Figur 9 eine andere Ausführungsform einer Balgpumpe,  
 Figur 10 ein Schaubild der wirkenden Kräfte in Abhängigkeit vom Pumpenhub und  
 Figur 11 eine weitere Ausführungsform einer Balgpumpe zeigt.

## Figurenbeschreibung

[0060] Figur 1 zeigt eine Pumpe 100, die mit zwei Öffnungen 102, 104 und einer elektrischen Kontaktierung 164 ausgestattet ist, die die Schnittstellen nach außen darstellen. Die Pumpe 100 bezieht das zu fördernde Medium über die erste Öffnung 102 durch den Kanal 106, in dem ein erstes Rückschlagventil 114 sitzt. Das Medium gelangt durch den Kanal 106 zur ersten Mündung 110. Das geförderte Medium gelangt über die zweite Mündung 112 durch den Kanal 108 zu der zweiten Öffnung 104. In dem Kanal 108 sitzt ein zweites Rückschlagventil 116. Die Rückschlagventile 114, 116 sind als Kugelsitzventile mit einer Kugel 118 und einer Feder 120 ausgestattet, wobei über die Kraft der Feder 120 die Einstellung des Drucks für die Öffnung des Rückschlagventils 114, 116 einzustellen ist. Im Inneren der Pumpe 100 befindet sich der Balg 122, der ein erstes Ende 124 und ein zweites Ende 126 hat. An dem ersten Ende 124 ist die Platte 128 der Pumpe 100 angebunden. Zwischen der Platte 128 und dem Balg 122 gibt es keinen Spalt. Der Balg 122

ist sowohl gegenüber Gasen wie auch gegenüber Flüssigkeiten so dicht, dass eine gefahrlose Förderung, selbst von Wasserstoff, möglich ist. Ein durch Platte 128 und Balg 122 eingefasster Innenraum 142 ist gas- und flüssigkeitsdicht durch Platte 128 und Balg 122 begrenzt. Die Platte 128 geht über in den Anker 130. Auf beiden Seiten der größten Erstreckung der Platte 128 sind Dämpfungselemente 132, 134, 136, 138 angeordnet. Das Pumpvolumen 140 erstreckt sich zwischen der Platte 128 und der Anschlussplatte 166 mit den Mündungen 110, 112. Das Pumpvolumen 140 ist durch die Dämpfungselemente 132, 134 seitlich, d. h. in Richtung auf die Wand des Balgs 122, abgeschlossen. Das Pumpvolumen 140 stellt somit nur einen Teil des Innenraums 142 in der dargestellten Lage der Platte 128 dar. Im Inneren des Gehäuses 156 der Pumpe 100 ist eine Spule 144 angeordnet. Die Spule 144 setzt sich aus mehreren Teilsulen 146, 148 zusammen. Die Spule 144 wird durch einen Spulenkörper 150 und dazugehörige Wicklungen, wie die Wicklung 152, gebildet. Das Gehäuse 156 ist mehrteilig aufgebaut. Das Gehäuse 156 umfasst den Gehäuseboden 154 und den Gehäusedeckel 158. Der Balg 122 geht an seinem zweiten Ende 126 stoffschlüssig in den Gehäuseboden 154 über. Die Spule 144 ist an dem Gehäusedeckel 158 befestigt. Der Gehäusedeckel 158 weist mehrere Rastpositionen 160 auf, die von dem Rastbereich 162 angeboten werden. Auf einer Seite des Gehäuses 156 schaut die elektrische Kontaktierung 164 heraus. In einem anderen Bereich des Gehäuses 156 befindet sich die Anschlussplatte 166 der Pumpe 100.

**[0061]** Das einströmende Medium 168 gelangt über die erste Öffnung 102, die eine Ansaugöffnung ist, bei einem ausreichenden Unterdruck zwischen Platte 128 und oberer Seite der Anschlussplatte 166 in das Pumpvolumen 140, sofern der Anker 130 die Hubbewegung 172 auf die Spule 144 gerichtet bzw. in die Spule 144 hineingerichtet durchführt. Die exakte Beabstandung zwischen Anker 130 und Spule 144 lässt sich über die unterschiedlichen Rastpositionen 160 im Rastbereich 162 des Gehäusedeckels 158 im Verhältnis zum Gehäuseboden 154 einstellen. Durch die Wahl einer Rastposition 160 kann der Gehäusedeckel 158 in einer Lage festgesetzt werden, sodass die Spule 144 mit ihrem Spulenkörper 150 in einer eindeutigen Lage und in einem eindeutigen Abstand zur Platte 128 bzw. zu dem Anker 130 angeordnet ist. Der Balg 122 umschließt die Anschlussplatte 166, sodass das Pumpvolumen 140, selbst in maximaler eingezogener Position des Ankers 130, nicht komplett vom Innenraum des Balgs 122 gebildet ist. Die beiden Extrempositionen der Platte 128 werden durch die Dämpfungselemente 132, 134, 136, 138 gegenüber dem Spulenkörper 150 und gegenüber der Anschlussplatte 166 gedämpft. Mechanische Anschlagsgeräusche in der Pumpe 100 können so unterdrückt werden, selbst wenn mit einer Spule 144 gearbeitet wird, die kein "Soft-End-Verhalten" haben sollte. Zusätzlich oder alternativ kann die Spule 144 als Spule mit "Soft-End-Verhalten" (bei Annäherung der Platte 128 an ihre Endlagen) gestaltet sein.

**[0062]** In Figur 2 wird die Pumpe 200 gezeigt. Die Pumpe 200 ist ähnlich zur Pumpe 100 aufgebaut. Einige Ausgestaltungsänderungen zwischen der Pumpe 100 und der Pumpe 200 lassen sich anhand der Spule 244, die eine Ringspule ist, und anhand der Befestigung des Balgs 222 an seinen Enden 224, 226 identifizieren. Die Pumpe 200 hat ebenfalls Öffnungen 202, 204. Die Öffnung 202 ist eine Ansaugöffnung. Die Öffnung 204 ist eine Ausstoßöffnung. Wie eingezeichnet in Figur 2, gelangt das ausströmende Medium 270 bei einer Zugbewegung 274 (des Balgs 222) aus der Ausstoßöffnung 204 hinaus. Das zu fördernde Medium gelangt zu der Ausstoßöffnung 204 über die Mündung 212 und den Kanal 208. In dem Kanal 208 sitzt das zweite Rückschlagventil 216. Das Rückschlagventil 216 setzt sich wie das Rückschlagventil 214 aus einer Kugel 218 und einer dazugehörigen Feder 220, die in dem Kanal 208 eingebaut sind, zusammen. Parallel zu dem Kanal 208 verläuft der Kanal 206 in der Anschlussplatte 266. Die Mündung 210 liegt benachbart zu der Mündung 212 auf der gleichen Seite der Anschlussplatte 266. Das ausströmende Medium 270 gelangt bei einer Zugbewegung 274 des Balgs 222 von der Platte 228, die den Anker 230 umfasst und somit eine Ankerplatte ist, ausgestoßen zu der Ausstoßöffnung 204. Die Pumpe 200 fördert das zu fördernde Medium von der ersten Öffnung 202 zu der zweiten Öffnung 204. Damit die Druckniveaus auf allen Seiten und innerhalb der Pumpe 200 eingehalten werden können, sind Rückschlagventile 214, 216 vorgesehen. Der Balg 222 mit seinen beiden Enden 224, 226 mündet auf der einen Seite an der Platte 228 und ist hierzu mit Schweißnähten 237, 239 stoffschlüssig an der Platte 228 befestigt. Das andere Ende 226 des Balgs 222 ist zwischen Anschlussplatte 266 und Gehäuseboden 254 eingeklemmt. Durch diese mechanische Einspannung des Balgs 222 kann der Balg 222 bei Überdehnung als Rückstellfeder arbeiten und die Platte 228 zu der Anschlussplatte 266 zurückziehen, wenn die Spule 244 im Vergleich hierzu eine zu geringe elektromagnetische Kraft aufbauen sollte. Der Spulenkörper 250 der Spule 244 ist ringförmig ausgestaltet, über den die Wicklungen 252 gelegt sind. Damit bietet der Spulenkörper 250 einen Hohlraum zur Aufnahme eines Teils der Ankerplatte 228, die somit in die Spule 244 einfahren kann. Das exakte Zusammenspiel der Kräfte aus dem Balg 222 und der Spule 244 kann durch die Wahl einer Rastposition 260, die im Rastbereich 262 des Gehäusedeckels 258 eventuell zur Verfügung steht, eingestellt werden. Damit lässt sich die Zugbewegung 274 beim Ausstoßen des zu fördernden Mediums aus der Ausstoßöffnung 204 einstellen. Die Rastposition 260 wird in dem Rastbereich 262 dargeboten. Der Rastbereich 262 ist ein überdeckender Bereich zwischen Gehäuseboden 254 und Gehäusedeckel 258, die Teile des Gehäuses 256 sind. Durch eine Platzierung der Schweißnähte 237, 239 auf der Platte 228 im Anschluss an den bzw. in Flucht zum Spulenkörper 250 kann eine Reduktion des Anschlagsgeräusches erfolgen. Wird die Schweißnaht 237 einlagig gestaltet, reduziert die dadurch verringerte Fläche der Schweißnaht 237 die Berührfläche zwischen Schweißnaht 237 und Spule 244. Eine einfache Schweißnaht 237, 239, z. B. nur eine Laserschweißbreite entlang, reduziert als Anschlagsfläche die

Geräuschbildung. Weitere Dämpfungselemente 232, 234 können an anderen Stellen der Platte 228 angebracht sein. Der Innenraum 242 des Balgs 222 formiert je nach Stellung der Platte 228 das Pumpvolumen 240. Die Energie für das Pumpen der Pumpe 200 wird an die Spule 244 der Pumpe 200 über die elektrische Kontaktierung 264 zur Verfügung gestellt.

**[0063]** Die Pumpe 300 nach Figur 3 ist ähnlich zu den Pumpen 100 und 200 der Figuren 1 und 2, folglich können viele Erkenntnisse der Pumpen 100 und 200 auf die Pumpe 300 übertragen werden. Die Pumpe 300 hat ebenfalls Öffnungen 302, 304, über die das zu fördernde Medium eingesogen und ausgestoßen werden kann. Aus diesem Grund sind Kanäle 306, 308 in der Pumpe 300, genauer in der Anschlussplatte 366 geführt, die in Mündungen 310, 312 auslaufen. Damit die Medienförderung von einer Seite der Pumpe 300 zur anderen Seite der Pumpe 300 durchgeführt werden kann, d. h. von einem Druckniveau zu einem anderen Druckniveau, sind Rückschlagventile 314, 316 vorgehalten, die mit Hilfe von Kugeln 318 und Federn 320 aufgebaut werden können. Der Balg 322 mit seinen beiden Enden 324, 326 umringt teilweise die Anschlussplatte 366 und stellt das vermittelnde Bauteil zwischen der Platte 328, genauer der Ankerplatte 328, und der Anschlussplatte 366 dar. Der Innenraum 342 des Balgs 322 lässt sich als Pumpvolumen 340 verwenden. Das Pumpvolumen 340 ist geringer als der gesamte (theoretische) Innenraum 342 des Balgs 322. Das Ende 324 des Balgs 322 mündet in der Ankerplatte 328, der Anker 330 geht somit über in den Balg 322. Der Anker 330 wird über die Spule 344, die sich aus dem Spulenkörper 350 und der Wicklung 352 zusammensetzt, bewegt. Die Spule 344 kann eine elektromagnetische Kraft auf den Anker 330 ausüben, sodass der Balg 322 mitgezogen wird. Hierbei erzeugt der Balg 322 eine Rückstellkraft. Reicht die elektromagnetische Kraft der Spule 344 nicht mehr aus, so zieht der Balg 322 die Ankerplatte 328 wieder zurück in die Ausgangslage, in der der Balg 322 aufgrund des Eigengewichts der Ankerplatte 328 geringfügig, d. h. zum Beispiel um ca. 20% seiner Gesamtlänge, gestaucht sein kann. Soll das Zusammenspiel zwischen Anker 330 und Balg 322 und den elektromagnetischen Kräften und den Federkräften justiert werden, so kann der Gehäusedeckel 358 dadurch in unterschiedliche Rastpositionen 360, die im Rastbereich 362 angeboten werden, gesetzt werden, dass der Gehäusedeckel 328 über ein Schraubgewinde näher oder ferner zum Gehäuseboden 354 festgesetzt wird. Das Gehäuse 356, das dem Gehäuseboden 354 und den Gehäusedeckel 358 umfasst, bietet in einem Rastbereich 362 unterschiedliche Rastpositionen 360, über die die Beabstandung der Spule 344 zu dem Anker 330 in Ruhelage eingestellt werden kann. Über die elektrische Kontaktierung 364 wird die elektrische Energie für die Bewegung des Ankers 330 auf die Spule 344 aufgebracht. Das Gehäuse 356 bietet in seinem Inneren Hohlräume, in denen sich der Balg 322 ausdehnen kann und genauso gut zusammenziehen kann. Durch die Anordnung des Ankers 330 zwischen der Spule 344 in der herausgezogenen Position, der äußersten Ansaugposition bzw. der beginnenden Pumpposition, lässt sich die Gesamtlänge des Gehäuses 356 reduzieren. Der Gehäusedeckel 358 steht somit näher an der Anschlussplatte 366.

**[0064]** In Figur 4 ist eine ein Gehäuse 456 umfassende Balgpumpe 400 gezeigt. Die Balgpumpe 400 weist einen Balg 422 auf. Eine Wand 423 des Balgs 422 weist an allen Stellen eine gleiche Wandstärke auf. Die Wand 423 des Balgs 422 hat keine Knicke, sondern nur Wellungen. Der Balg 422 ist auf der einen Seite mit einer beweglichen Platte 428a fest verbunden. Auf der der Platte 428a gegenüberliegenden Seite ist der Balg 422 mit einem Grundkörper 425 fest verbunden. Zwischen der Platte 428a und dem Balg 422 befindet sich ein Innenraum 442. Der Grundkörper 425 ist nicht dem Innenraum 442 zuzurechnen. Durch den Balg 422, durch die bewegliche Platte 428a und durch den Grundkörper 425 wird ein Arbeitsraum 443 begrenzt. Mit dem Arbeitsraum 443 sind jeweils ein Einlasskanal 407 und ein Auslasskanal 409 verbunden. In dem Einlasskanal 407 ist ein erstes Rückschlagventil 414 angeordnet, durch den der Einlasskanal 407 verschlossen werden kann. In dem Auslasskanal 409 ist ein zweites Rückschlagventil 416 angeordnet, durch das der Auslasskanal 409 verschlossen werden kann. Die Platte 428a hat mehrere Stufen wie die Stufe 499 und ragt so zwischen die Ausläufer 486.

**[0065]** Weiterhin sind in Figur 4 Rückschlagventile wie das Rückschlagventil 414 zu sehen. Als erstes Rückschlagventil 414 ist ein Tellerrückschlagventil 417 mit einem Teller 418, einem Stift 419 und einer Feder 420 vorgesehen. Das Tellerrückschlagventil 417 ist in umgekehrter Weise eingebaut. Der Stift 419 ist überwiegend freitragend und erstreckt sich mehr als 50% seiner Länge in das Reservoir 482. Bauteiltoleranzen zwischen Tellerrückschlagventil 417 und Grundkörper 425, genauer die Öffnung für die Aufnahme des Tellerrückschlagventils 417, können weitestgehend ignoriert werden. Nur unmittelbar benachbart zum Teller 418 ist der Stift 419 durch den Grundkörper 425 geführt. Das Tellerrückschlagventil 417 ist in zwei Schaltzuständen in den Figuren 5 und 6 dargestellt. Mit dem Stift 419 ist eine Auflagefläche 476 fest verbunden, auf der sich die Feder 420 mit ihrem einen Ende abstützt. Das andere Ende der Feder 420 stützt sich gegen eine mit dem Grundkörper 425 fest verbundene Grundplatte 427 ab. Die Grundplatte 427 schließt ein in dem Grundkörper 425 ausgebildetes Reservoir 482 ab, das Teil des Einlasskanals 407 ist. Der Teller 418 des Tellerrückschlagventils 417 wird durch die Federkraft der Feder 420 auf der Seite des Arbeitsraumes 443 gegen die Grundplatte 427 gepresst. Der Teller 418 verschließt die Verbindung von Einlasskanal 407 und Arbeitsraum 443 in der in den Figuren 4, 5 und 6 gezeigten Ausführungsform.

**[0066]** In dem Reservoir 482 ist ein Filter 478 angeordnet. Als Filter 478 ist ein Filterkorb 480 vorgesehen. Der Filterkorb 480 ist mit der Grundplatte 427 fest verbunden. Das von dem Filterkorb 480 eingeschlossene Volumen ist ein Vielfaches des Hubvolumens der Balgpumpe 400, d. h. der Volumenänderung des Arbeitsraumes 443 während des Betriebes.

Das Filter 478 ist ein aus einem Metallgitter durch Drücken hergestellter Filterkorb 480.

**[0067]** Die Grundplatte 427 kann als Einheit mit dem Tellerrückschlagventil 417 und dem Korbfilter 482 vormontiert werden. Diese Einheit kann dann mit dem Grundkörper 425 fest verbunden werden, insbesondere durch ein Einpressen fest verbunden werden. Das Tellerrückschlagventil 417 ist in der gezeigten Ausführung freihängend und richtet sich eigenständig aus. Das Tellerrückschlagventil 417 verläuft nach einem Ausrichten parallel zu den Seitenwänden des Grundkörpers 425. Das Ausrichten geschieht durch eine hydraulische Gleichgewichtsbildung, insbesondere entlang des Stifts 419. Durch eine Begrenzungskante 494 an dem Teller 418 wird durch eine einfache Linienberührung eine Dichtung in dem Tellerrückschlagventil 417 hergestellt.

**[0068]** Das in dem Auslasskanal 409 angeordnete zweite Rückschlagventil 416 ist ein Kugel-Feder-Rückschlagventil, das auch mit dem Namen Kugelsitzventil zu bezeichnen ist.

**[0069]** Zur Bildung einer Vorkammer 441 im Arbeitsraum 443 ist die bewegliche Platte 428a mit einem Vorsprung 484 versehen. Als bewegliche Platte 428a mit Vorsprung 484 kann ein tiefgezogenes Formblechteil verwendet werden. Der Vorsprung 484 ist achssymmetrisch zu einer Längsachse 475 der Balgpumpe 400. Der Vorsprung 484 ist zwischen Ausläufern 486 des Grundkörpers 425 positioniert. Durch die Ausläufer 486 des Grundkörpers 425 wird zusammen mit der Grundplatte 427 eine Vertiefung 488 gebildet. Die Vertiefung 488 ist gegensymmetrisch zum Vorsprung 484 der Platte 428a. Durch die Vertiefung 488 und den Vorsprung 484 wird die Vorkammer 441 gebildet. Die Vorkammer 441 ist über einen Kanal 498 permanent mit dem Arbeitsraum 443 hydraulisch verbunden. Eine metallische Berührung zwischen Grundkörper 425, insbesondere seinen Ausläufern 486, und dem Vorsprung 484 der Platte 428a wird vermieden. Der magnetische Schluss wird ausschließlich zu dem Antrieb 431 durch die Platte 428a hergestellt.

**[0070]** Diese Platte 428a ist mit einem Anker 430 eines nicht näher dargestellten elektromotorischen Antriebs 431 fest verbunden. Durch den Antrieb 431 wird der Balg 422 auseinandergezogen. Die bewegliche Platte 428a wird von Grundplatte 427 entfernt. Dadurch entsteht in der Vorkammer 441 ein Unterdruck. Dieser Unterdruck in der Vorkammer 441 ist größer als der durch diesen Hub erzeugte Unterdruck innerhalb des Arbeitsraumes 443 außerhalb der Vorkammer 441. Durch den Unterdruck in der Vorkammer 441 wird das Tellerrückschlagventil 417 geöffnet und Flüssigkeit strömt vom Einlasskanal 407 in die Vorkammer 441 und damit (in verzögernder Weise) auch in die Arbeitskammer 443. Durch die Vorkammer 441 wird ein größerer Startunterdruck bereitgestellt, als es allein mit dem Arbeitsraum 443 möglich wäre. Da das von dem Filterkorb 480 eingeschlossene Volumen groß ist im Vergleich zu dem durch das Tellerrückschlagventil 417 strömende Volumen, darf der Strömungswiderstand des Filterkorbs 480 vernachlässigt werden.

**[0071]** Wird die Platte 428a durch den Antrieb 431 in Richtung Grundplatte 427 bewegt, so schließt das Tellerrückschlagventil 417, sobald der Unterdruck in der Vorkammer 441 kleiner ist als die durch die Feder 420 des Tellerrückschlagventils voreingestellte Rückstellkraft. In der Vorkammer 441 und in dem Arbeitsraum 443 wird ein Überdruck erzeugt. Durch den Überdruck wird das zweite Rückschlagventil 416 geöffnet. Flüssigkeit strömt durch den Auslasskanal 409 aus dem Arbeitsraum 443.

**[0072]** Die zuvor beschriebene Balgpumpe 400 kann zum Pumpen von Kraftstoff wie Diesel und Benzin eingesetzt werden. Ist der Kraftstoff noch kalt und damit zähflüssig oder befindet sich in der Vorkammer 441 oder dem Arbeitsraum 443 noch Luft, so ist bei der Inbetriebnahme ein erhöhter Druckunterschied zwischen einer Stelle diesseits und jenseits des ersten Rückschlagventils 414 erforderlich, um ein Strömen des Kraftstoffes in die Vorkammer zu erreichen. Durch die Vorkammer 441 wird dieser erforderliche erhöhte Startdruck bereitgestellt.

**[0073]** Durch eine Düsenwirkung kann das Einströmen von Flüssigkeit aus dem Einlasskanal 407 bei geöffnetem Tellerrückschlagventil 417 noch unterstützt werden. Durch die spezielle Ausgestaltung der Grundplatte 427 mit einer Trichtererweiterung 490 wird eine Düsenwirkung im Bereich des ersten Rückschlagventils 414 erzeugt. Diese Trichtererweiterung 490 ist insbesondere in den Figuren 5 und 6 gut zu erkennen. Weiterhin ist die Grundplatte 427 mit einer Rundung 496 versehen, die die Düsenwirkung nochmals verstärkt.

**[0074]** Wie in den Figuren 5 und 6 deutlich zu sehen ist, ist der Teller 418 des Tellerrückschlagventils 417 an dem Stift 419 angelängt, und zwar steht der Teller 418 in einem rechten Winkel auf dem Stift 419. Der Teller 418 kann in einer Stellung in die Trichtererweiterung 490 mittels Feder 420 hineingezogen werden. Die Feder 420 stützt sich an der Auflagefläche 476 ab, die sich im Inneren, genauer ungefähr in der Mitte, des Filterkorbs 480 befindet. Unterhalb des Tellers 418 hat die Grundplatte 427 die Trichtererweiterung 490. Eine hierzu gegenläufige Trichterverengung mit Rundungen 496 beschließt die Grundplatte 427 an der gegenüberliegenden, nicht für den Teller 418 vorgesehenen Seite. Die Begrenzungskante 494 des Tellers 418 liegt mit einer umlaufenden Linienberührung an der Trichtererweiterung 490 in der Grundplatte 427. Die Federkraft der Feder 420 ist darauf abgestimmt, dass ein Unterdruck an dem Teller 418 ein Abheben des Tellers 418 von der Trichtererweiterung bewerkstelligen kann.

**[0075]** In der in den Figuren 7 und 8 dargestellten Ausführungsvariante des Tellerrückschlagventils 517 ist der Teller 518 des Tellerrückschlagventils 517 als Kegelstumpf 592 ausgebildet. Dieser Kegelstumpf 592 liegt in geschlossenem Zustand des Tellerrückschlagventils 517 an einer Begrenzungskante 594 einer Längsbohrung an, durch die der Stift 519 in das Reservoir 582 ragt. Beim Öffnen des Tellerrückschlagventils 517 wird über die Kegelflächen des Kegelstumpfes 592 eine Düsenwirkung erzeugt. Es bildet sich lokal am Ventil, an dem Tellerrückschlagventil 517, ein Unterdruck. Diese Düsenwirkung kann durch die Ausbildung der Rundung 596 noch verstärkt werden. Die Grundplatte 527 bietet

eine Öffnung, die zunächst von einer Seite ausgesehen trichterförmig verläuft, um in Richtung auf die andere Seite wieder in aufweitender Weise eine hydraulische Führung für das Fluid anzubieten.

**[0076]** Zur Vermeidung von Verschmutzung in der Balgpumpe 400, die z. B. zu Verklemmungen des Tellerrückschlagventils 517 führen können, ist ein Filterkorb 580 um das Tellerrückschlagventil 517 eingangsseitig angeordnet, durch das das Fluid zunächst durchtreten muss. Für die Filterung ist der Filterkorb 580 aus einem perforierten Blech, also einem feinmaschigen Lochblech, hergestellt. Der Filterkorb 580 ist selbsttragend. Der Filterkorb 580 verläuft beabstandet von der Auflagefläche 576 für den Stift 519. Die Auflagefläche 576 befindet sich im Inneren des Filterkorbs 580.

**[0077]** In einer bevorzugten Ausführung wird ein Tellerrückschlagventil 517 eingesetzt, dessen Stift 519 einen Durchmesser von weniger als 3,0 mm, insbesondere zwischen 1,5 mm und 2,0 mm hat. Die Feder 520 hat eine Federkraft von 0,1 bis 0,2 Newton. Der Öffnungsquerschnitt durch die Grundplatte 527 sollte nicht mehr als 1,0 mm größer als der Durchmesser des Stifts 519 sein, z. B. also weniger als 4,0 mm bei einem Stiftdurchmesser von 3,0 mm.

**[0078]** Mit einer Balgpumpe 400 kann ein Pumpendruck von 0,2 bar aufgebaut werden und die Balgpumpe 400 kann zuverlässig den Betrieb der Standheizung aufnehmen. Mit einer solchen Balgpumpe wie der Balgpumpe 400 kann ein Fluid im Umfang von ca. 1 bis 5 l/min über den Arbeitsraum 443 gepumpt werden. Der Stift wie der Stift 419 oder der Stift 519 öffnet nur in einem Bruchteil eines Millimeters. Die Öffnung des Tellerrückschlagventils 417 bzw. 517 erfolgt durch den Unterdruck in der Vorkammer 441. Der zusätzliche Unterdruck in der Vorkammer 441 steigert den Druckunterschied pro Pumpehub des Balgs 422.

**[0079]** Figur 9 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Pumpe 600 mit einem metallischen Balg 622. Auf einer Seite mündet der Balg 622 in eine bewegliche Platte 628a. Auf einer anderen Seite mündet der Balg 622 in einen Grundkörper 625. Der Grundkörper 625 ist mit einem Gehäuse 656 fest verbunden. In dem Gehäuse 656 sind sämtliche Bauteile der Pumpe 600 untergebracht. Der Grundkörper 625 erstreckt sich in einen Bereich im Inneren des Balgs 622. Das Volumen des Grundkörpers 625 ist einem Innenraum 642 nicht zuzurechnen, weil das Volumen des Grundkörpers 625 bei einer Bewegung des Balgs 622 konstant bleibt. Der Grundkörper 625, die Platte 628a und der Balg 622 sind begrenzende Bauteile des Innenraums 642 der Pumpe 600. Der Innenraum 642 lässt sich in einen Arbeitsraum 643 und in eine Vorkammer 641 einteilen. Der Grundkörper 625 ist innen hohl. Im Hohlraum ist ein Reservoir 682 für ein Fluid, beispielsweise Kraftstoff, vorgesehen. Das Reservoir 682 wird von einer Grundplatte 627 abgeschlossen. Die Grundplatte 627 ist mit dem Grundkörper 625 fest verbunden. In der Ausführungsform der Pumpe 600 nach Figur 9 ist kein Filter zwischen einem Einlasskanal 607 und dem Reservoir 682 vorhanden.

**[0080]** Der Arbeitsraum 643 ist mit dem Einlasskanal 607 über ein Tellerrückschlagventil 617 als erstes Rückschlagventil 614 verbunden. Als Tellerrückschlagventil 617 wird eine Ausführung nach den Figuren 5 und 6 verwendet. Das Tellerrückschlagventil 617 ist durch einen Unterdruck in der Vorkammer 641 freischaubar. Wenn der Balg 622 auseinander gezogen wird, entsteht in der Vorkammer 641 ein Unterdruck. Der Unterdruck wirkt gegen eine Rückstellkraft F6 einer Feder des Tellerrückschlagventils 617. Sobald die Kraft, die durch den Druckunterschied zwischen dem Reservoir 682 und der Vorkammer 641 hervorgerufen wird, größer ist als die Rückstellkraft F6 des Tellerrückschlagventils 617, öffnet das Tellerrückschlagventil 617. Das Fluid strömt aus dem Reservoir 682 in die Vorkammer 641. Von der Vorkammer 641 gelangt das Fluid in den Arbeitsraum 643.

**[0081]** Wird die Platte 628a in Richtung Grundplatte 627 bewegt, findet also eine Bewegungsumkehr des Ankers 630 statt, so schließt das Tellerrückschlagventil 617, sobald der Unterdruck in der Vorkammer 641 kleiner ist als die durch die Feder 620 des Tellerrückschlagventils 617 voreingestellte Rückstellkraft F6. Wenn sich der Anker 630 weiter in Richtung Grundplatte 627 bewegt, wird in der Vorkammer 641 und in dem Arbeitsraum 643 ein Überdruck erzeugt. Durch den Überdruck wird ein zweites Rückschlagventil 616 geöffnet. Flüssigkeit strömt durch einen Auslasskanal 609 aus dem Arbeitsraum 643.

**[0082]** Die Platte 628a wird von einem Anker 630 mit Hilfe eines Elektromagneten angetrieben. Eine Spule 644 ist Teil des Elektromagneten. Die Spule 644 wird von einem Spulenkörper 650 getragen. Der Spulenkörper 650 ist ringförmig gestaltet. Wicklungen 652 der Spule 644 verlaufen um den Spulenkörper 650 herum. Im Spulenkörper 650 können der Anker 630 und weitere Elemente, die z. B. weiter unten beschrieben sind, untergebracht sein.

**[0083]** Die Platte 628a und der Anker 630 sind zusammengefügt, aber als getrennte Bauteile zu erkennen, sie sind also zweiteilig ausgelegt. Die zweiteilige Auslegung von Anker 630 und Platte 628a hat den Vorteil, dass Anker 630 und Platte 628a für Wartungszwecke trennbar sind und Ablagerungen aus der Pumpe entfernt werden können. Die Platte 628a ist aus Edelstahl gefertigt. Der Anker 630 besteht aus einem magnetischen Material. Die Platte 628a ist an den Anker 630 angeschraubt. Der Anker 630 liegt in einer Führungshülse 635, die dem Anker 630 nur Bewegungen in einer Dimension erlaubt. Der Anker 630 kann sich nur in axialer Richtung entlang einer zentralen Achse 675a des Balgs 622 bewegen. Durch die Führungshülse 635 kann vermieden werden, dass der Anker 630 verkantet. Die Führungshülse 635 bietet mit ihrer Innenseite ein Gleitlager für einen Abschnitt des Zylindermantels des Ankers 630. Bevorzugt ist die Führungshülse 635 fein geschliffen, um Reibungskräfte zwischen dem Anker 630 und der Führungshülse 635 zu verringern. Die Führungshülse 635 sorgt für einen guten Gleichlauf des Ankers 630.

**[0084]** Der Anker 630 ist an einer der Grundplatte 627 abgewandten Seite an einer Feder 633 gelagert. Die Feder 633 wird von zwei Seiten eingespannt. An einer Seite der Feder 633 befindet sich der Anker 630. An einer anderen

Seite der Feder 633 liegt eine Einstellschraube 629 an. Mittels der Einstellschraube 629 und der Feder 633 kann der Anker 630 vorgespannt werden. Insbesondere können mit der Einstellschraube 629 Änderungen im Kräfteverhältnis ausgeglichen werden, die im Laufe der Zeit durch eine Restmagnetisierung des Ankers 630 aufgrund magnetischer Hystereseeffekte hervorgerufen werden. Wenn die Einstellschraube 629 in ein Gewinde gedreht wird, das am Gehäuse 656 in der Achse 675a der Pumpe 600 angebracht ist, wird die Feder 633 von der Einstellschraube 629 zusammengedrückt. Eine Kraft  $F_3$ , die die Feder 633 auf den Anker 630 in Richtung auf die Grundplatte 627 zu ausübt, wird vergrößert. Der Anker 630 wird auf die Grundplatte 627 hin beschleunigt. Eine Bewegung auf die Grundplatte 627 zu entspricht einer Bewegung in negativer Richtung. Die Feder 633 übt also eine negative Kraft  $F_3$  auf den Anker 630 aus. Der Balg 622 ist dehnbar und auch stauchbar. Der Balg 622 übt durch Dehnung oder Stauchung eine weitere Kraft  $F_2$  auf die Platte 628a und damit auf den Anker 630 aus. Wenn der Balg 622 gedehnt ist, wirkt die Kraft  $F_2$  in negative Richtung, d. h. auf die Grundplatte 627 zu. Die Kraft  $F_2$ , die der Balg 622 ausübt, und die Federkraft  $F_3$  gleichen sich in einer Position der Platte 628a bzw. des Ankers 630 aus. Platte 628a bzw. Anker 630 können unterschiedliche Relativlagen zu den übrigen Bauteilen der Pumpe 600 einnehmen, Platte 628a und Anker 630 sind bewegliche Teile in der Pumpe 600. Die Position der Platte 628a ist veränderlich. Die Position, an der bei nicht bestromter Spule 644 in Summe keine Kraft  $F_2$ ,  $F_3$  auf die Platte 628a wirkt, ist die Nulllage der Pumpe 600. Die Nulllage definiert den Ursprung O eines Koordinatensystems (siehe auch Figur 10). Die Position der Nulllage hängt von der konstruktiven Ausgestaltung des Balgs 622 und der Feder 633 ab. Daher ist in Figur 9 die Position des Ursprungs nur beispielhaft eingezeichnet. Ein Kräftegleichgewicht (vgl. Figur 10) aus der Rückstellkraft  $F_2$  des Balgs 622 und der Rückstellkraft  $F_3$  der Feder 633 ist mit Hilfe der Einstellschraube 629 so einstellbar, dass der Anker 630 auch unter Einwirkung einer elektromagnetischen Zugkraft  $F_1$  die vorgesehenen Dämpfungselemente 632, 634 nicht berührt. Die Summe der Rückstellkräfte  $F_2$  und  $F_3$  wird so groß, dass der Anker 630 die Dämpfungselemente 632, 634 nicht erreichen kann (vgl. Figur 10). Die Dämpfungselemente 632, 634 sind nur aus Sicherheitsgründen vorgesehen. In einer derartigen Positionswahl bzw. Einstellung der Einstellschraube 629, in der - über alle möglichen Bestromungsvarianten der Spule 644 - kein Ankeranschlag stattfindet, lassen sich Anschlagsgeräusche in dieser Pumpe 600 vermeiden. Die Pumpe 600 arbeitet also geräuscharm.

**[0085]** Figur 10 zeigt beispielhaft die in einer Pumpe 600 nach Figur 9 wirkenden Kräfte. Dabei ist die auf der Y - Achse Y die wirkende Kraft  $F$  über den Pumpenhub auf der X - Achse X aufgetragen. In einem Ausführungsbeispiel entspricht ein Kästchen in Y-Richtung einer Kraft von 10 Newton. Einem Kästchen in X-Richtung entspricht einem Pumpenhub von 0,1 mm. In einem anderen Ausführungsbeispiel entspricht ein Kästchen in Y-Richtung einer Kraft von 20 Newton.

**[0086]** Ein Ursprung O befindet sich an der Stelle, an der sich die Kraft  $F_2$  des Balgs 622 und die Kraft  $F_3$  der Feder 633 ausgleichen. Der Ursprung O befindet sich also in der Nulllage der Pumpe 600. Wenn die Spule 644 nicht mit Strom durchflossen wird, hat die Platte 628a in der Nulllage eine Ruheposition. Die Platte befindet sich in einem Kräftegleichgewicht. Die Nulllage kann als erste Gleichgewichtsposition I angesehen werden. Die Nulllage kann sich beispielsweise an dem Punkt befinden, an dem sich der Grundkörper 625 und die Platte 628a berühren. In diesem Fall ist nur eine Dehnung des Balgs 622 möglich. Der Grundkörper 625 verhindert eine Stauchung. Eine Dehnung des Balgs 622 ist als Ausdehnung in positiver Richtung dargestellt. Die X-Werte X des Pumpenhubs vergrößern sich mit zunehmendem Abstand der Platte 628a von dem Grundkörper 625. Dementsprechend sind auf der Y - Achse Y die Kräfte in positiver Richtung aufgetragen, die die Platte 628a von dem Grundkörper 625 weg beschleunigen. Diejenigen Kräfte, die die Platte auf den Grundkörper 625 hin beschleunigen, sind in negativer Richtung auf der Y-Achse Y aufgetragen. Bei einer Auslenkung der Platte 628a aus der Nulllage in positiver Richtung wird die Feder 633 zusammengedrückt. Die Federkraft  $F_3$  wirkt dem entgegen. Dementsprechend wirkt die Federkraft  $F_3$  in negativer Richtung. Der Balg 622 wird bei Auslenkung in positiver Richtung, wie oben dargelegt, gedehnt. Der Balg 622 wirkt einer Ausdehnung entgegen. Die Kraft  $F_2$  des Balgs 622 wirkt also in negativer Richtung.

**[0087]** Sowohl für die Federkraft  $F_3$  als auch für die Kraft  $F_2$  des Balgs 622 wird näherungsweise angenommen, dass die Kraft  $F_2$ ,  $F_3$  linear mit der Ausdehnung der Feder 633 bzw. des Balgs 622 ansteigt. Vereinfachend darf von der Anwendbarkeit des Hook'schen Gesetzes ausgegangen werden.

**[0088]** Sobald ein Strom durch die Spule 644 fließt, zieht der Elektromagnet, verkürzt auch als Magnet bezeichnet, den Anker 630 und die Platte 628a an. Die Spule 644 übt eine Kraft  $F_1$  in positiver Richtung auf die Platte 628a aus, die aufgrund ihrer Erzeugung als Magnetkraft bezeichnet werden kann. Die Platte 628a wird auf die Spule 644 hin beschleunigt. Die Magnetkraft  $F_1$  geht gegen unendlich, wenn der Abstand des Ankers 630 zum Elektromagneten gegen Null geht. Auf über 3/4 einer Wegstrecke von der Nulllage zum Elektromagneten steigt die Magnetkraft  $F_1$  nur langsam an. Die durchschnittliche Steigung ist beispielsweise geringer als 10 N/mm. Zum Vergleich: Die negative Steigung der Federkraft  $F_3$  ist kleiner als - 30 N/mm. Durch eine Ausgestaltung der Wicklung 652 und des Spulenkörpers 650 kann der Kennlinienverlauf der Magnetkraft  $F_1$  abschnittsweise mit verschiedenen Steigungen ausgestaltet werden. Die Kennlinie der Magnetkraft  $F_1$  kann beispielsweise so ausgelegt werden, dass die Magnetkraft  $F_1$  auf einem Streckenabschnitt von der Nulllage des Ankers bis zu einer Auslenkung des Ankers, die ca. 10 % des maximal möglichen Pumpenhubs entspricht, beispielsweise 0,1 mm, im Vergleich zu allen anderen Abschnitten des regulären Pumpenhubs am steilsten ansteigt, beispielsweise mit einer Steigung von 60 N/mm. Bei einer derartigen Auslegung der Spule 644 wirkt auf den

Anker 630 nur eine kleine Magnetkraft  $F_1$ , beispielsweise 5 N, wenn sich der Anker in der Nulllage befindet.

**[0089]** Die Kraft  $F_4$ , die aus der Federkraft  $F_3$ , der Balgkraft  $F_2$  und der magnetischen Kraft  $F_1$  resultiert, ist als durchgezogene Linie in Figur 10 eingezeichnet. Weil die Rückstellkraft  $F_3$  der Feder 633 und die Rückstellkraft  $F_2$  des Balgs 622 zusammen stärker ansteigen, als die Kraft  $F_1$  des Magneten, geht die resultierende Kraft  $F_4$  bei steigendem Pumpenhub zurück. Nach einem Pumpenhub von ca. 0,7 mm ist ein weiteres Kräftegleichgewicht erreicht. Es existiert also eine zweite Gleichgewichtsposition II der Platte 628a. Die resultierende Kraft  $F_4$  auf die Platte 628a ist 0 Newton. Bei stärkerer Auslenkung der Platte 628a über die Gleichgewichtsposition II hinaus überwiegen die rückstellenden Kräfte  $F_2$ ,  $F_3$  und die Platte 628a wird abgebremst. Reibungskräfte, die die Platte 628a zusätzlich abbremsen, sind im Kräftediagramm nicht eingezeichnet. Bei einer noch stärkeren Auslenkung der Platte 628a, die beispielsweise einem Pumpenhub von mehr als 0,9 mm entspricht, überwiegt wieder die Anziehungskraft  $F_1$  des Magneten, weil der Abstand des Ankers 630 zum Magneten klein wird.

Es ist von Vorteil, wenn der Magnet in einer Weise getaktet bestromt wird, dass kein Strom mehr durch die Spule 644 fließt, wenn die Platte 628a die Gleichgewichtsposition II erreicht. Die Spule 644 kann dazu beispielsweise mit einer Wechselspannung, einer Rechteckspannung oder einer Sägezahnspannung versorgt werden. Die Platte 628a wird von den rückstellenden Kräften  $F_2$ ,  $F_3$  in die Nulllage zurückgezogen und ein neuer Pumpzyklus beginnt.

**[0090]** In Figur 11 wird eine weitere Ausführungsform einer Balgpumpe 700 gezeigt. Die Balgpumpe 700 nach Figur 11 ähnelt der Balgpumpe 600 nach Figur 9, mit wenigen Unterschieden, u. a., dass ein erstes Rückschlagventil 714 im Inneren eines Grundkörpers 725 als Kugelsitzrückschlagventil 714 ausgeführt ist. Die Masse, die das Rückschlagventil 714 maximal aufweisen darf, hängt von einem maximal erzielbaren Unterdruck durch eine Vorkammer 741 ab. Kleine Massen des Sperrglieds des Rückschlagventils 714 benötigen zum Öffnen einen geringeren Unterdruck als große Massen. Das Kugelsitzrückschlagventil 714 hat durch seine gegenüber einem Tellerrückschlagventil 617 (nach Figur 9) geringere Masse den Vorteil, dass geringere Unterdrücke erforderlich sind, um es zu öffnen, als bei dem Tellerrückschlagventil 617. Die Pumpe 700 lässt sich in einen Hydraulikteil 701 und einen Antriebsteil 731 a unterteilen. Ein zentrales Element des Hydraulikteils 701 der Pumpe 700 ist, wie in Figur 9, ein Balg 722 aus Edelstahl, der mit einer beweglichen Platte 728a fest verbunden ist und in den sich der Grundkörper 725 erstreckt. Durch den Balg 722, die Platte 728a und den Grundkörper 725 lässt sich ein Innenraum 742 der Pumpe abgrenzen. Der Antriebsteil 731a umfasst einen Anker 730, der von einer Spule 744 angetrieben wird, eine Führungshülse 735 für den Anker 730, eine Feder 733, eine Einstellschraube 729 und die Spule 744 samt Spulenkörper 750. Ein augenscheinlicher Unterschied zwischen den Ausführungsformen nach Figur 9 und Figur 11 besteht darin, dass sich zwischen dem Grundkörper 725 und dem Balg 722 eine Hülse befindet. Die Hülse kann auch als Starterhülse 721 bezeichnet werden. Die Starterhülse 721 hat eine zylindrische Form. Die Starterhülse 721 weist an ihren Endbereichen 724a, 726a in Längsrichtung eine ca. doppelt so große Breite wie in ihrer Mitte auf. Die Endbereiche 724a, 726a reichen von den beidseitigen Enden der Starterhülse 721 bis ca. 10 % der Länge der Starterhülse 721. Die Starterhülse 721 verjüngt sich zur Mitte hin. Die Endbereiche 724a, 726a sind kranzartig. Die Endbereiche 724a, 726a stellen die stabilisierenderen, dickeren Abschnitte der Hülse dar, die für eine Insichstabilität der Starterhülse 721 sorgen. Die Starterhülse 721 verläuft außerhalb ihrer Endbereiche parallel zu einer Hubrichtung des Balgs 722. Eine Aufgabe der Starterhülse 721 ist es, den Balg 722 zu stützen und Fertigungstoleranzen sowie Längenänderungen des Balgs 722, die aufgrund von Alterungserscheinungen auftreten, auszugleichen. So reicht es, den Balg 722 im mm-Bereich während der Herstellung exakt abzulängen. Die Zylinderwand der Starterhülse 721 fasst den Grundkörper 725 zumindest abschnittsweise ein. Die Starterhülse 721 verläuft um den Grundkörper 725 herum. Die Starterhülse 721 erstreckt sich über eine bestimmte Länge entlang des Grundkörpers 725. Die Starterhülse 721 unterteilt einen Arbeitsraum 743 der Pumpe 700. Zwischen der Starterhülse 721 und dem Grundkörper 725 befindet sich ein Drosselbereich 743a. Die Starterhülse 721 schafft den Drosselbereich 743a zwischen einer Innenwand 723c der Starterhülse 721 und einer Außenwand 723b des Grundkörpers 725. Der Drosselbereich 743a steht mit dem restlichen Volumen des Arbeitsraums 743 an zumindest einer Stelle in hydraulischer Verbindung. Der Drosselbereich 743a befindet sich je nach Stellung der Platte 728a mit der Vorkammer 741 in hydraulischer Verbindung. Der Drosselbereich 743a ist über ein zweites Rückschlagventil 716 mit einem Auslasskanal 709 verbunden. Nur der Teil eines zu fördernden Fluids, wie ein Kraftstoff, der sich im Drosselbereich 743a befindet, wird in einem Pumpzyklus aus der Pumpe 700 hinausbefördert. Zwischen der Starterhülse 721 und einer Innenwand 723a des Balgs 722 verbleibt ein Restanteil des Fluids. Weil der Restanteil des Fluids bei einem Startvorgang der Pumpe 700 nicht erst aus einem Tank angesaugt werden muss, wird es erleichtert, die Pumpe 700 zu starten. Der Restanteil des Fluids ist geringeren Druck- und Temperaturschwankungen ausgesetzt, als der Teil des Fluids, der sich im Drosselbereich 743a befindet. Wird als Fluid beispielsweise Benzin, das je nach Zusammensetzung schon bei ca. 60 °C einen gasförmigen Zustand annimmt, gefördert, so kann der Anteil der Flüssigkeit, der zwischen der Innenwand 723a des Balgs 722 und der Starterhülse 721 verbleibt, eine Gasbildung im Arbeitsraum 743 verzögern bzw. auf einen Teilbereich des Arbeitsraums 743 einschränken. Die Starterhülse 721 ist vorteilhafterweise wie der Balg 722 aus Edelstahl gefertigt. Die Starterhülse 721 lässt sich als Teil des Grundkörpers 725 fertigen.

**[0091]** Die Funktionsfähigkeit der Pumpe, vor allem in ihrer Anlaufphase, d. h. während der ersten 20 Pumpzyklen nach einem (erneuten) Einschalten der Pumpe, wird durch den Einbau einer Starterhülse, die auch als Füllrohr bezeichnet

werden kann, verbessert. Die Starterhülse bildet im Arbeitsraum einen Drosselspalt bzw. zwei Trennräume. Eine Massenreduktion des einen Schließkörpers des ersten Rückschlagventils sorgt für ein zuverlässiges Öffnen, selbst bei teilgefülltem Arbeitsraum. Geschliffene, insbesondere feingeschliffene Lagerhülsen für den Anker, d. h. Lagerhülsen mit einer geglätteten Oberfläche, verbessern die Pumpeigenschaften während der Startphase. Ein Reibwiderstand, aufgrund der Bewegung des Ankers, steht der Bewegung der Pumpe nicht entgegen.

**[0092]** Die in den einzelnen Figuren gezeigten Ausgestaltungsmöglichkeiten lassen sich auch untereinander in beliebiger Form verbinden.

## Bezugszeichenliste

### [0093]

|                              |                                                                                                             |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 100, 200, 300, 400, 600, 700 | Pumpe, insbesondere Balgpumpe                                                                               |
| 701                          | Hydraulikteil                                                                                               |
| 102, 202, 302                | erste Öffnung, insbesondere Ansaugöffnung                                                                   |
| 104, 204, 304                | zweite Öffnung, insbesondere Ausstoßöffnung                                                                 |
| 106, 206, 306                | Kanal, insbesondere der Ansaugöffnung                                                                       |
| 407, 607                     | Kanal, insbesondere Einlasskanal                                                                            |
| 108, 208, 308                | Kanal, insbesondere der Ausstoßöffnung                                                                      |
| 409, 609, 709                | Kanal, insbesondere Auslasskanal                                                                            |
| 110, 210, 310                | erste Mündung                                                                                               |
| 112, 212, 312                | zweite Mündung                                                                                              |
| 114, 214, 314, 414, 614, 714 | erstes Rückschlagventil, insbesondere in der Form eines Kugelsitzventils oder eines Tellerrückschlagventils |
| 116, 216, 316, 416, 616, 716 | zweites Rückschlagventil, insbesondere in der Form eines Kugelsitzventils                                   |
| 417, 517, 617                | Tellerrückschlagventil                                                                                      |
| 118, 218, 318                | Kugel                                                                                                       |
| 418, 518                     | Teller                                                                                                      |
| 419, 519                     | Stift                                                                                                       |
| 120, 220, 320, 420, 520, 620 | Feder                                                                                                       |
| 721                          | Starterhülse                                                                                                |
| 122, 222, 322, 422, 622, 722 | Balg, insbesondere Edelstahlbalg                                                                            |
| 423                          | Wand, insbesondere des Balgs                                                                                |
| 723a                         | Innenwand, insbesondere des Balgs                                                                           |
| 723b                         | Außenwand, insbesondere des Grundkörpers                                                                    |
| 723c                         | Innenwand, insbesondere der Starterhülse                                                                    |
| 124, 224, 324                | erstes Ende des Balgs, insbesondere plattenzugewandtes Ende                                                 |
| 724a                         | erster Endbereich der Starterhülse                                                                          |
| 425, 625, 725                | Grundkörper                                                                                                 |
| 126, 226, 326                | zweites Ende des Balgs, insbesondere gehäusezugewandtes Ende                                                |
| 726a                         | zweiter Endbereich der Starterhülse                                                                         |
| 427, 527, 627                | Grundplatte                                                                                                 |
| 128, 228, 328                | Platte, insbesondere Ankerplatte                                                                            |
| 428a, 628a, 728a             | Platte, insbesondere axial bewegliche Platte                                                                |
| 629, 729                     | Einstellschraube                                                                                            |
| 130, 230, 330, 430, 630, 730 | Anker                                                                                                       |
| 431                          | Antrieb                                                                                                     |
| 731 a                        | Antriebsteil                                                                                                |
| 132, 232, 632                | erstes Dämpfungselement                                                                                     |
| 633, 733                     | Feder                                                                                                       |
| 134, 234, 634                | zweites Dämpfungselement                                                                                    |
| 635, 735                     | Führungshülse                                                                                               |
| 136                          | drittes Dämpfungselement                                                                                    |
| 237                          | Schweißnaht                                                                                                 |
| 138                          | viertes Dämpfungselement                                                                                    |
| 239                          | Schweißnaht                                                                                                 |
| 140, 240, 340                | Pumpvolumen                                                                                                 |
| 441, 641, 741                | Vorkammer                                                                                                   |

|    |                                                               |                               |
|----|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|    | 142,242,342,442,642,742                                       | Innenraum                     |
|    | 443, 643, 743                                                 | Arbeitsraum                   |
|    | 743a                                                          | Drosselbereich                |
|    | 144, 244, 344, 644, 744                                       | Spule, insbesondere Ringspule |
| 5  | 146                                                           | erste Teilspule               |
|    | 148                                                           | zweite Teilspule              |
|    | 150, 250, 350, 650, 750                                       | Spulenkörper                  |
|    | 152, 252, 352, 652                                            | Wicklung                      |
|    | 154,254,354                                                   | Gehäuseboden                  |
| 10 | 156,256,356,456,656                                           | Gehäuse                       |
|    | 158, 258, 358                                                 | Gehäusedeckel                 |
|    | 160, 260, 360                                                 | Rastposition                  |
|    | 162, 262, 362                                                 | Rastbereich                   |
|    | 164, 264, 364                                                 | Elektrische Kontaktierung     |
| 15 | 166, 266, 366                                                 | Anschlussplatte               |
|    | 168                                                           | einströmendes Medium          |
|    | 270                                                           | ausströmendes Medium          |
|    | 172                                                           | Hubbewegung                   |
|    | 274                                                           | Zugbewegung                   |
| 20 | 475                                                           | Längsachse                    |
|    | 675a                                                          | Achse                         |
|    | 476,576                                                       | Auflagefläche                 |
|    | 478                                                           | Filter                        |
|    | 480, 580                                                      | Filterkorb                    |
| 25 | 482, 582, 682                                                 | Reservoir                     |
|    | 484                                                           | Vorsprung                     |
|    | 486                                                           | Ausläufer                     |
|    | 488                                                           | Vertiefung                    |
|    | 490                                                           | Trichtererweiterung           |
| 30 | 592                                                           | Kegelstumpf                   |
|    | 494,594                                                       | Begrenzungs-kante             |
|    | 496, 596                                                      | Rundung                       |
|    | 498                                                           | Kanal                         |
|    | 499                                                           | Stufe                         |
| 35 |                                                               |                               |
|    | F Kraft                                                       |                               |
|    | F1 Kraft, insbesondere magnetische Kraft                      |                               |
|    | F2 Kraft, insbesondere Rückstellkraft eines Balgs             |                               |
|    | F3 Kraft, insbesondere Rückstellkraft einer Feder             |                               |
| 40 | F4 Kraft, insbesondere resultierende Gesamtkraft              |                               |
|    | F6 Kraft, insbesondere Rückstellkraft eines Rückschlagventils |                               |
|    | I Erste Gleichgewichtsposition                                |                               |
|    | II Zweite Gleichgewichtsposition                              |                               |
|    | O Ursprung                                                    |                               |
| 45 | X X - Achse                                                   |                               |
|    | Y Y - Achse                                                   |                               |

## Patentansprüche

- 50
1. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700), insbesondere zur Kraftstoffförderung wie zur Förderung eines Kraftstoffes (168, 270) für einen Fremdzündungsmotor,
- mit einer durch Druckdifferenzen verschließbaren (114, 214, 314) Ansaugöffnung (102, 202, 302) und
- mit einer durch Druckdifferenzen verschließbaren (116, 216, 316) Ausstoßöffnung (104, 204, 304) und
- 55 mit einer Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a), die in Zusammenwirken mit einem Anker (130, 230, 330, 430, 630) einen Teil eines elektromagnetischen Stellorgans für einen Pumpenhub darstellt, wobei ein Pumpvolumen (140, 240, 340) der Pumpe (100, 200, 300) in zumindest einer Pumpstellung durch einen von dem Balg (122, 222, 322, 422, 622, 722) eingefassten und durch eine die Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a)

abgeschlossenen Innenraum (142, 242, 342, 642, 742) gebildet ist und insbesondere sich aus einer Position der Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a) das Pumpvolumen (140, 240, 340) der Pumpe (100, 200, 300, 400, 600) ergibt,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) einen metallischen Balg, insbesondere einen Edelstahlbalg aufweist.

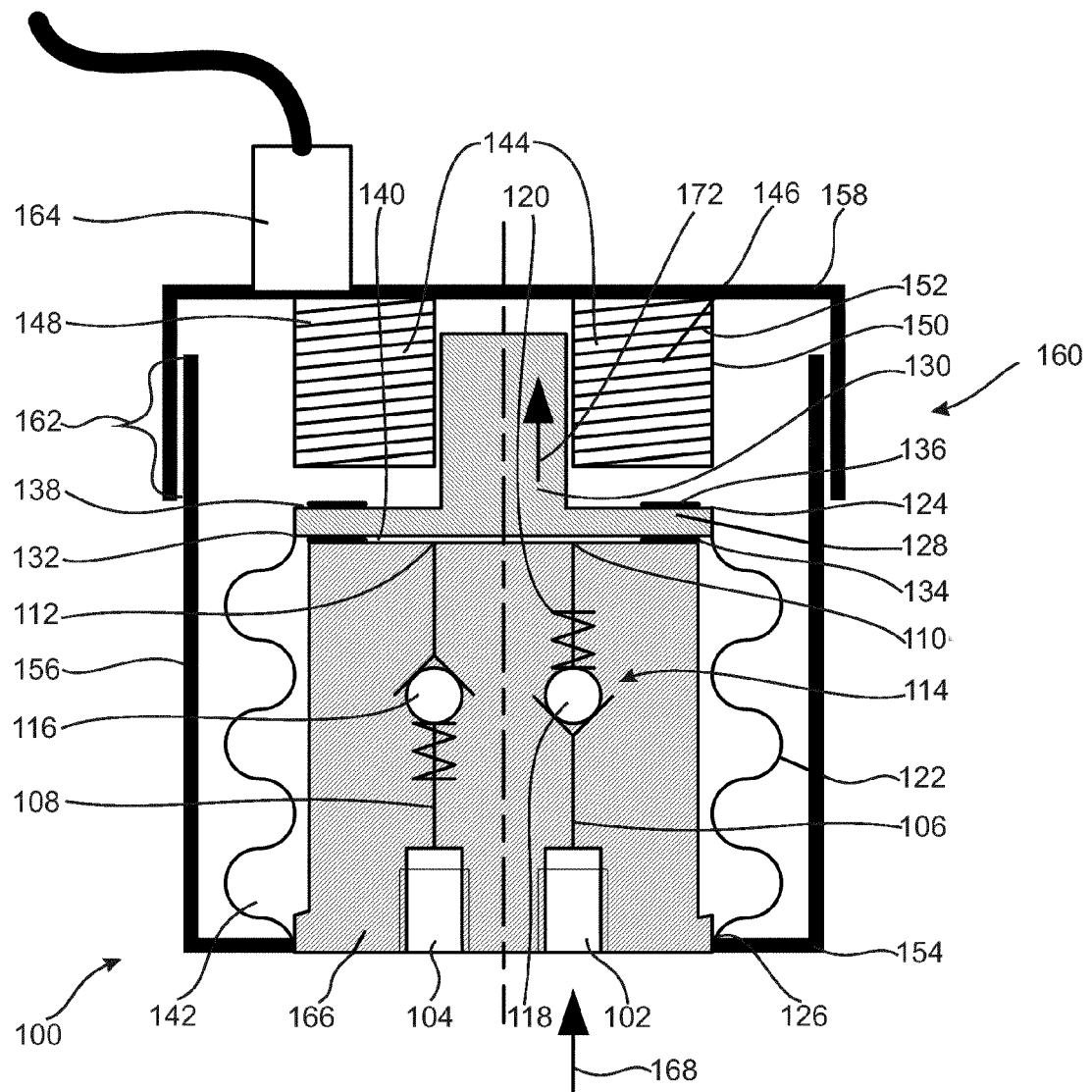
2. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenraum (142, 242, 342, 642, 742) auf mindestens 90 % seiner Längserstreckung in radialer Richtung einerseits von dem Balg (122, 222, 322, 422, 622, 722) und andererseits von einem in einen Bereich zwischen Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a) und Balg (122, 222, 322, 422, 622, 722) hineinragenden Grundkörper (425, 625, 725) begrenzt wird, wobei insbesondere der Innenraum (142, 242, 342, 642, 743) eine Vorkammer (441, 641, 741) und einen Arbeitsraum (443, 643, 743) umfasst und vorzugsweise der Arbeitsraum (443, 643, 743) durch eine Starterhülse (721), deren Zylinderwand den Grundkörper (425, 625, 725) zumindest abschnittsweise umhüllend, parallel zu einer Hubrichtung des Balgs (122, 222, 322, 422, 622, 722) verlaufend den Arbeitsraum (443, 643, 743) unterteilt, einen Drosselbereich (743a) aufweist.
3. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** ein Einlasskanal (407, 607), dem ein erstes Rückschlagventil (414, 614, 714) zugeordnet ist, und ein Auslasskanal (409, 609, 709), dem ein zweites Rückschlagventil (416, 616, 716) zugeordnet ist, mit dem Arbeitsraum (443, 643, 743) verbindbar sind, wobei mindestens das erste Rückschlagventil in dem Grundkörper gelagert ist.
4. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600) nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Grundkörper (425, 625, 725) und die Platte (428a, 628a, 728a) die Vorkammer (441, 641, 741) umfassen, die sich an das erste Rückschlagventil (414, 614, 714) anschließt, wobei insbesondere die Vorkammer (441, 641, 741) in mindestens einen Arbeitsraum (443, 643, 743) hydraulisch permanent verbunden mündet.
5. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a) ein Anlagerungselement für ein Ende (124, 224, 324) des Balgs (122, 222, 322, 422, 622, 722), insbesondere durch eine stoffschlüssige Verbindung (237, 239) wie eine thermische Schweißverbindung (237, 239), darstellt.
6. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a) ein gestuftes, wannenartiges, mit einem Vorsprung (484) ausgestattetes Achsensymmetrieteil, insbesondere eine tiefgezogenes Formblechteil, ist, dessen Stufe (499) vorzugsweise zum Anschmiegen an Ausläufer (486) des Grundkörpers (425) gestaltet ist.
7. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a) in eine in dem Grundkörper (425, 625, 725) ausgebildete, insbesondere gegensymmetrische, Vertiefung (488) eingreift.
8. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Mündung (110, 112, 210, 212, 310, 312) eines Kanals (106, 108, 206, 208, 306, 308, 407, 409, 607, 609) zu der Ansaug- (102, 202, 302) und/oder Ausstoßöffnung (104, 204, 304) parallel zu einer axialen Bewegungserstreckung (172, 274) des Balgs (122, 222, 322, 422, 622, 722) angeordnet ist.
9. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Balg (122, 222, 322, 422, 622, 722) an einem Gehäuseboden (154, 254, 354) der Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) angebunden ist, wobei insbesondere eine stoffschlüssige Verbindung zwischen dem Balg (122, 222, 322, 422, 622, 722) und dem Gehäuseboden (154, 254, 354) besteht..
10. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) ein Gehäuse (156, 256, 356, 456, 656) umfasst, zu dem ein Gehäusedeckel (158, 258, 358) in axialer Richtung (172, 274) in unterschiedlichen Rastpositionen (160, 260, 360) arretierbar ist,

wodurch insbesondere eine Wechselwirkung zwischen einer elektromagnetischen Kraft (F1) und einer Lage der Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a) veränderbar ist.

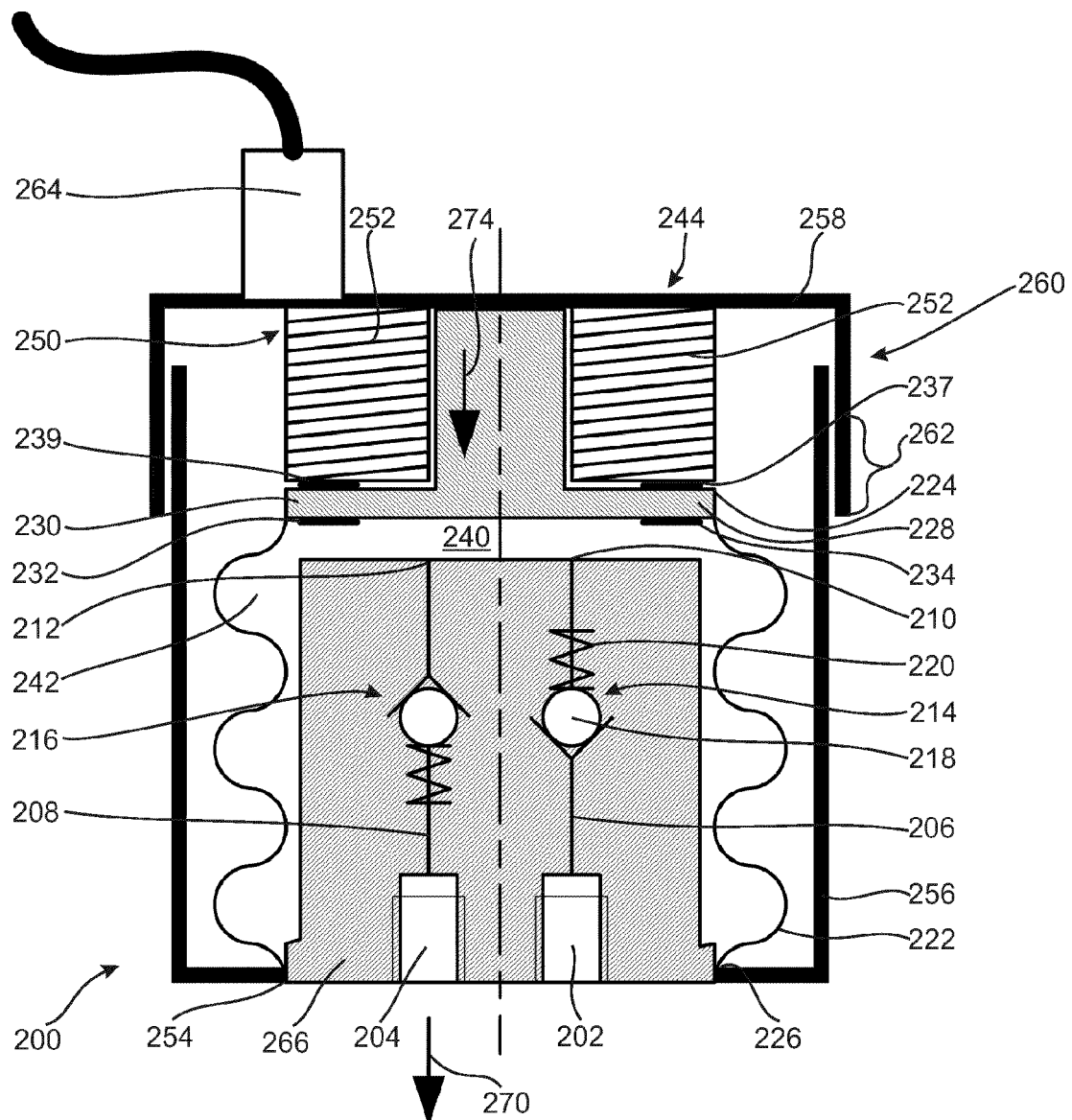
- 5 11. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest in einer der Öffnungen wie Ansaugöffnung (102, 202, 302) oder Ausstoßöffnung (104, 204, 304) ein Kugelsitzventil (114, 116, 214, 216, 314, 316, 416, 616, 714, 716) als Rückschlagventil (114, 116, 214, 216, 314, 316, 414, 416, 614, 616, 714, 716) vorhanden ist.
- 10 12. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach einem der vorrangegangenen Ansprüche 1 bis 11 **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Tellerrückschlagventil (417, 517, 617) als erstes Rückschlagventil (414, 614) vorgesehen ist, das vorzugsweise von einem Filterkorb (480, 580) abschnittsweise umschlossen ist.
- 15 13. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tellerrückschlagventil (417, 517, 617) einen Teller (418, 518), einen Stift (419, 519) und eine Feder (420, 520, 620) umfasst und der Stift (419, 519) freihängend mit einem freien Ende ist und an seinem freien Ende eine Auflagefläche (476, 576) für die Feder (420, 520, 620) ausgebildet ist.
- 20 14. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feder (420, 520, 620) des Tellerrückschlagventils (417, 517, 617) auf der dem Teller (418, 518) zugewandten Seite mit einer Grundplatte (427, 527, 627) fest verbunden ist, wobei die Grundplatte (427, 527, 627) Teil des Grundkörpers (425, 625, 725) dadurch ist, dass die Grundplatte (427, 527, 627) fest mit dem Grundkörper (425, 625, 725) verbunden ist.
- 25 15. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Rückschlagventil (414, 614, 714) eine radiale Trichtererweiterung (490) an einer Seite des Grundkörpers (425, 625, 725) aufweist, bis zu der der Einlasskanal (407, 607) reicht.
- 30 16. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600) nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tellerrückschlagventil (417, 517, 617) sowie vorzugsweise der Filterkorb (480, 580) in einem in dem Grundkörper (425, 625) ausgebildeten Reservoir (482, 582, 682) angeordnet ist.
- 35 17. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein gesamtes Hubvolumen der Balgpumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) mindestens das zehnfache Volumen der Vorkammer (441, 641, 741) beträgt.
- 40 18. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filterkorb (480, 580) mindestens die zehnfache Fläche einer engsten Stelle des ersten Rückschlagventils (114, 214, 314, 414, 614, 714) in Durchlassstellung aufweist.
- 45 19. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filterkorb (480, 580) von dem Grundkörper (425, 625, 725) getragen wird.
- 50 20. Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) zur Verwendung als versottungsarme Kraftstoffpumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700), insbesondere für einen Kraftstoff (168, 270) einer Standheizung, vorzugsweise nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) einen Balg (122, 222, 322, 422, 622, 722) als Außenbegrenzung eines Pumpvolumens (140, 240, 340) aufweist, der in einer Richtung (172) eines Pumphubs dehnbar ist und der an einer Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a), insbesondere an einer Ankerplatte (128, 228, 328), als weitere Außenbegrenzung des Pumpvolumens (140, 240, 340), angebunden ist, sodass das Pumpvolumen (140, 240, 340) in einer Gleichgewichtslage der Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a) ausgebildet ist, wobei in die Gleichgewichtslage eine Federkraft (F2) des Balgs (122, 222, 322, 422, 622, 722) und
- 55

eine elektromagnetische Gegenkraft (F1) eingehen.

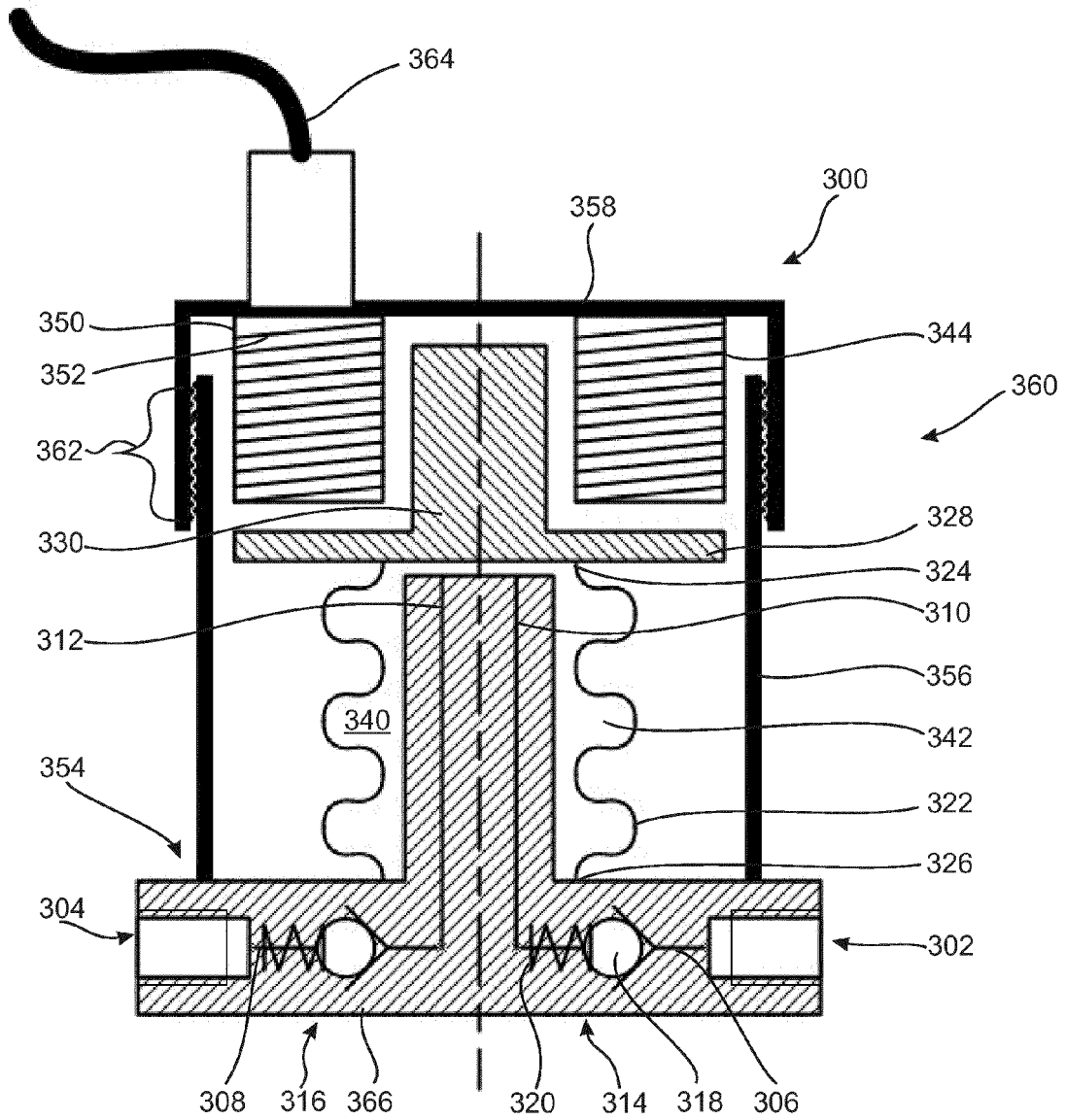
21. Verfahren zum Start einer Pumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700), die mit einem Balg (122, 222, 322, 422, 622, 722), mit einer mit dem Balg (122, 222, 322, 422, 622, 722) fest verbundenen und beweglichen Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a) und mit einem Antrieb (431) zur Auslenkung der Platte (128, 228, 328, 428 a, 628 a) ausgestattet ist, wobei der Balg (122, 222, 322, 422, 622, 722) und die Platte (128, 228, 328, 428a, 628a, 728a) einen Arbeitsraum (443, 643, 743) begrenzen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Balgpumpe (100, 200, 300, 400, 600, 700) mit einem mit dem Arbeitsraum (443, 643, 743) verbindbaren Einlasskanal (407, 607) und mit einem mit dem Arbeitsraum (443, 643, 743) verbindbaren Auslasskanal (409, 609, 709) versehen ist, wobei in dem Einlasskanal (407, 607) ein erstes Rückschlagventil (114, 214, 314, 414, 614, 714) und in dem Auslasskanal (409, 609, 709) ein zweites Rückschlagventil (116, 216, 316, 416, 616, 716) angeordnet sind, und wobei mindestens das erste Rückschlagventil (114, 214, 314, 414, 614, 714) in einem Grundkörper (425, 625, 725) gelagert ist und das erste Rückschlagventil (114, 214, 314, 414, 614, 714) durch einen phasenweise vorhandenen Unterdruck in einer Vorkammer (441, 641, 741) in eine Durchlassstellung gezogen wird.



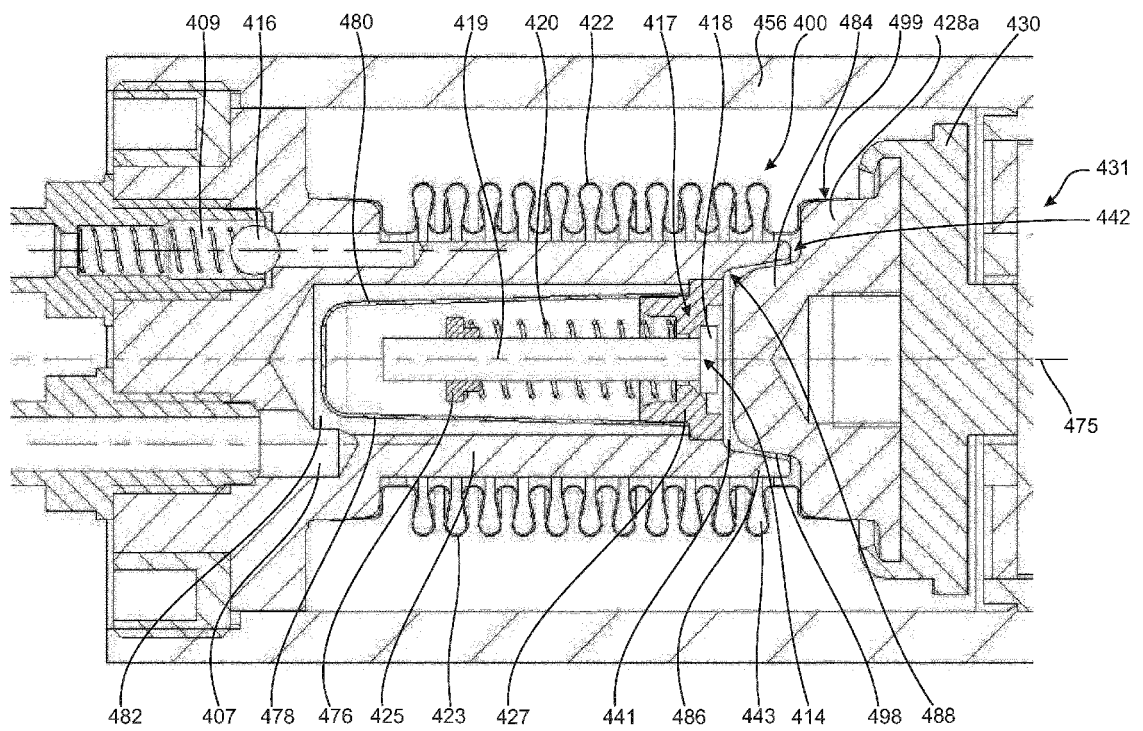
Figur 1



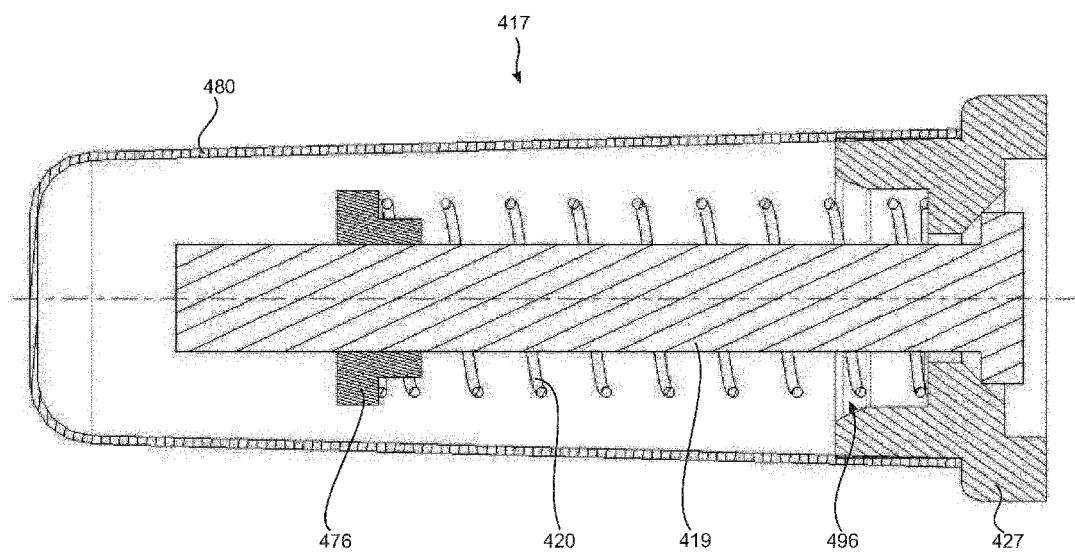
Figur 2



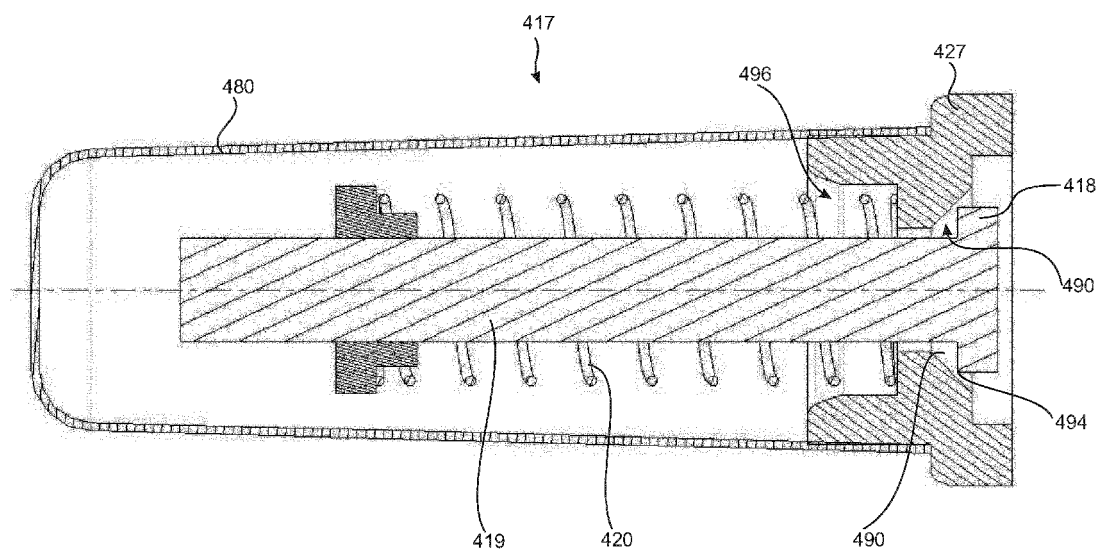
Figur 3



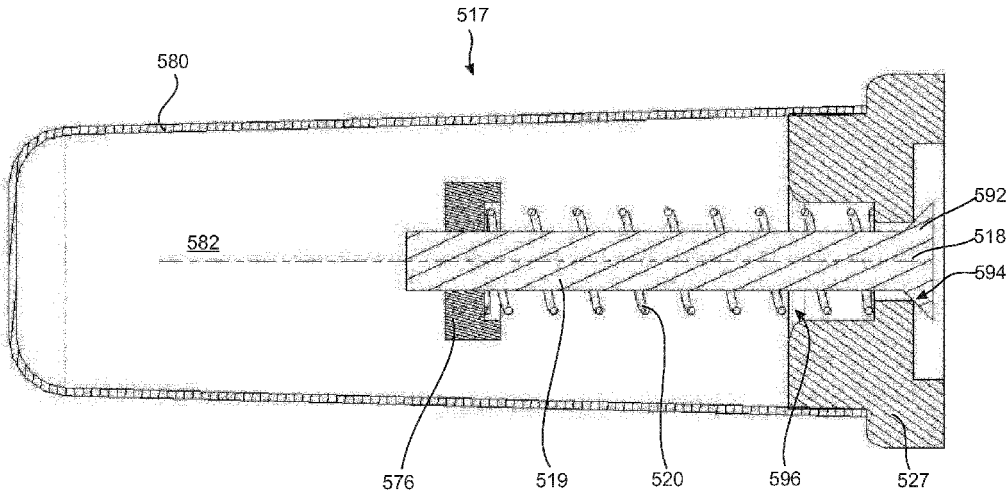
Figur 4



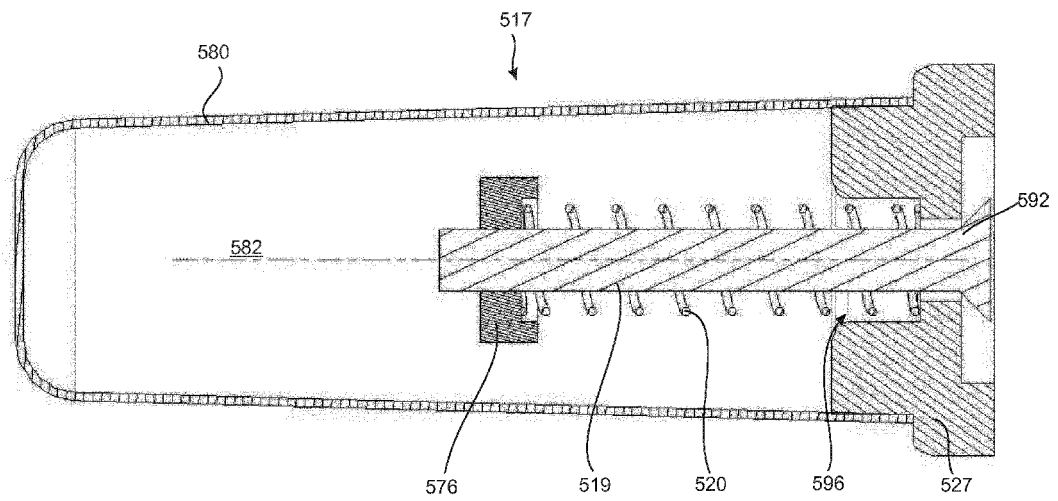
Figur 5



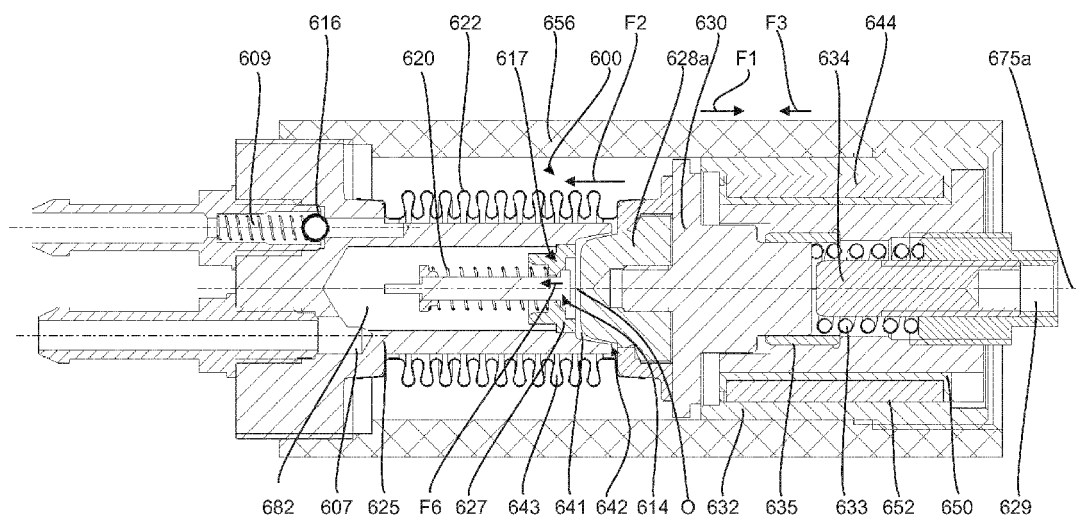
Figur 6



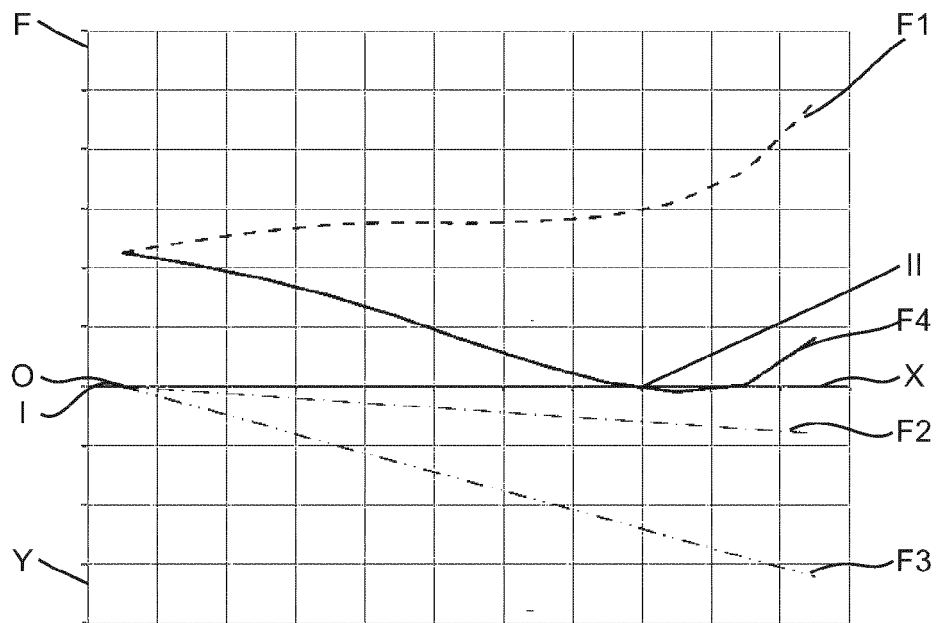
Figur 7



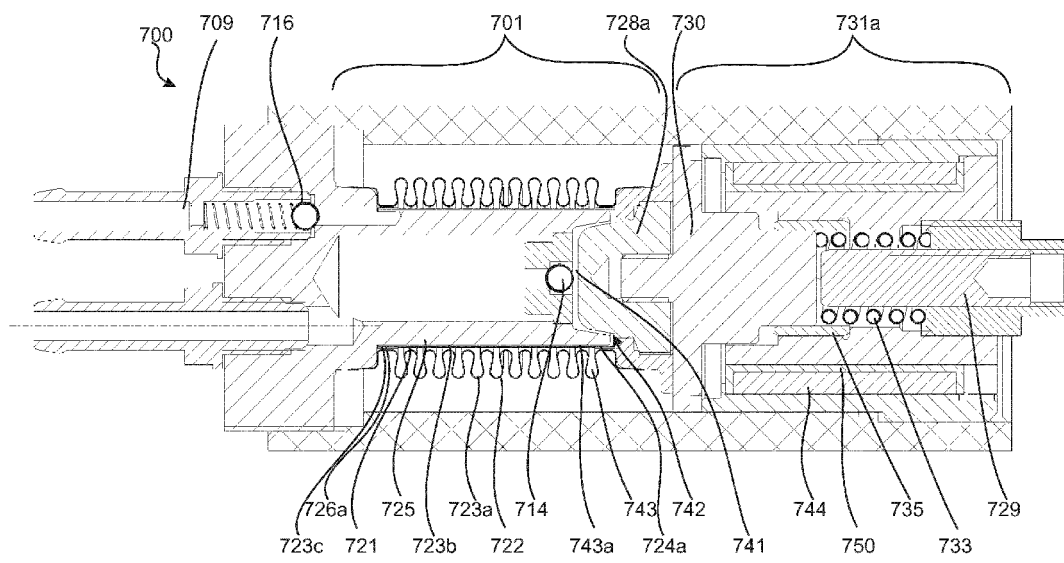
Figur 8



Figur 9



Figur 10



Figur 11



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 12 19 1587

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                             |                                                 |                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                         | Betrifft Anspruch                               | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)          |
| Y,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DE 18 66 945 U (KENROKORO URATA)<br>7. Februar 1963 (1963-02-07)<br>* das ganze Dokument *                                                                  | 1,21                                            | INV.<br>F04B17/04<br>F04B43/09<br>F04B49/08 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | US 2 488 723 A (HARRINGTON LESTER B)<br>22. November 1949 (1949-11-22)<br>* Spalte 4, Zeilen 7-30 *                                                         | 1                                               |                                             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | GB 328 306 A (AAGE EILER WINCKLER; EDWARD SMALLWOOD HUGHES)<br>14. April 1930 (1930-04-14)<br>* Seite 4, linke Spalte, Zeile 59 - rechte Spalte, Zeile 88 * | 1                                               |                                             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | EP 0 994 255 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP])<br>19. April 2000 (2000-04-19)<br>* Absatz [0045] *                                                         | 1                                               |                                             |
| Y,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DE 40 32 555 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE])<br>16. April 1992 (1992-04-16)<br>* Spalte 3, Zeilen 16-18 *                                                       | 1                                               |                                             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | US 5 308 230 A (MOORE ARTHUR L [US])<br>3. Mai 1994 (1994-05-03)<br>* Anspruch 1 *                                                                          | 1                                               | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | EP 1 166 912 A2 (NHK SPRING CO LTD [JP])<br>2. Januar 2002 (2002-01-02)<br>* Zusammenfassung *                                                              | 1                                               | F04B                                        |
| Y,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DE 195 48 074 A1 (AISIN SEIKI [JP])<br>25. Juli 1996 (1996-07-25)<br>* Spalte 7, Zeile 60 - Spalte 9, Zeile 48 *                                            | 21                                              |                                             |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                             |                                                 |                                             |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                             | Abschlußdatum der Recherche<br>19. Februar 2013 | Prüfer<br>Fistas, Nikolaos                  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                                             |                                                 |                                             |

 1  
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 19 1587

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-02-2013

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 1866945 U                                       | 07-02-1963                    | KEINE                             |                               |
| US 2488723 A                                       | 22-11-1949                    | KEINE                             |                               |
| GB 328306 A                                        | 14-04-1930                    | KEINE                             |                               |
| EP 0994255 A1                                      | 19-04-2000                    | DE 69917407 D1                    | 24-06-2004                    |
|                                                    |                               | DE 69917407 T2                    | 02-06-2005                    |
|                                                    |                               | EP 0994255 A1                     | 19-04-2000                    |
|                                                    |                               | JP 3633314 B2                     | 30-03-2005                    |
|                                                    |                               | JP 2000120506 A                   | 25-04-2000                    |
|                                                    |                               | KR 20000028578 A                  | 25-05-2000                    |
|                                                    |                               | TW 387974 B                       | 21-04-2000                    |
|                                                    |                               | US 6131549 A                      | 17-10-2000                    |
| DE 4032555 A1                                      | 16-04-1992                    | KEINE                             |                               |
| US 5308230 A                                       | 03-05-1994                    | CA 2117248 A1                     | 09-09-1994                    |
|                                                    |                               | DE 4407679 A1                     | 27-10-1994                    |
|                                                    |                               | GB 2275972 A                      | 14-09-1994                    |
|                                                    |                               | JP 7049087 A                      | 21-02-1995                    |
|                                                    |                               | US 5308230 A                      | 03-05-1994                    |
| EP 1166912 A2                                      | 02-01-2002                    | DE 60106812 D1                    | 09-12-2004                    |
|                                                    |                               | DE 60106812 T2                    | 27-10-2005                    |
|                                                    |                               | DE 60125070 T2                    | 05-07-2007                    |
|                                                    |                               | EP 1166912 A2                     | 02-01-2002                    |
|                                                    |                               | EP 1442805 A1                     | 04-08-2004                    |
|                                                    |                               | US 2001052253 A1                  | 20-12-2001                    |
| DE 19548074 A1                                     | 25-07-1996                    | DE 19548074 A1                    | 25-07-1996                    |
|                                                    |                               | JP 3601148 B2                     | 15-12-2004                    |
|                                                    |                               | JP 8232848 A                      | 10-09-1996                    |
|                                                    |                               | US 5655893 A                      | 12-08-1997                    |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19522943 A1 [0003]
- DE 2234311 B [0004]
- DE 1866945 U1 [0004]
- DE 4032555 A1 [0005]
- DE 102004011123 A1 [0007]
- DE 102006044254 B3 [0007]
- DE 867627 C [0008]
- DE 19548074 A1 [0009]
- DE 1866945 U [0010]
- DE 3333977 A1 [0011]
- DE 3343708 A1 [0011]
- DE 3390255 C2 [0011]
- DE 9190053 U1 [0011]
- DE 2143282 B2 [0012]