



(11) **EP 2 647 825 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**09.10.2013 Patentblatt 2013/41**

(51) Int Cl.:  
**F02M 59/36 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13159338.6**

(22) Anmeldetag: **15.03.2013**

(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**

- **Eckhardt, Juergen**  
71706 Markgroeningen (DE)
- **Schuelke, Armin**  
71277 Rutesheim-Heuweg (DE)
- **Teike, Gerd**  
71701 Schwieberdingen (DE)
- **Paweletz, Anton**  
70736 Fellbach (DE)
- **Klauk, Dietrich**  
70469 Stuttgart (DE)
- **Tritsch, Verena**  
70839 Gerlingen (DE)
- **Litzow, Ulrike**  
76467 Bietigheim (DE)

(30) Priorität: **02.04.2012 DE 102012205342**

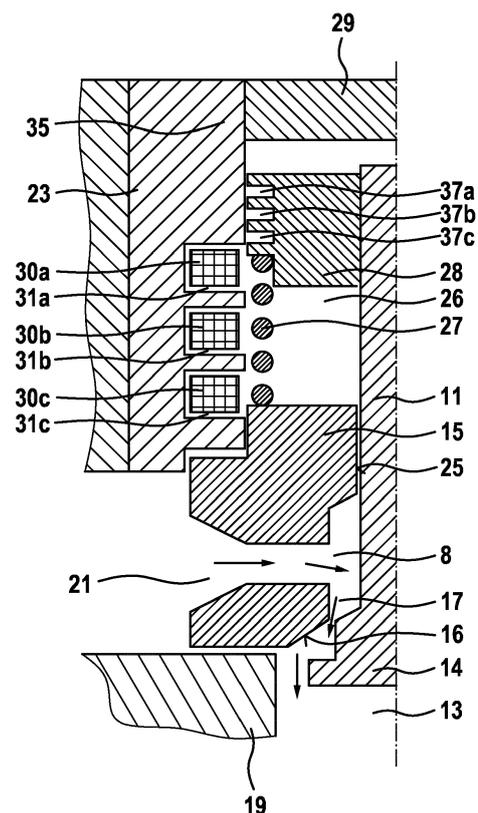
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Kuehner, Jochen**  
**71522 Backnang (DE)**

(54) **Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem**

(57) Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine, die einen von einem Pumpenzylinderkopf (23) abgedeckten und eine Zylinderbohrung (18) aufweisenden Pumpenzylinder (19) aufweist, wobei in der Zylinderbohrung (18) ein Pumpenkolben (20) translatorisch bewegbar ist, von dem in der Zylinderbohrung (18) zusammen mit dem Pumpenzylinderkopf (23) ein Pumpenarbeitsraum (13) gebildet ist, der über ein Einlassventil (12) mit einem Niederdrucksystem (5) verbunden ist, und wobei die Öffnungsbewegung und/oder die Schließbewegung eines Ventilglieds (11) des Einlassventils (12) von einem Stellglied beeinflussbar ist. Erfindungsgemäß wird eine Hochdruckpumpe bereitgestellt, bei der eine zuverlässige und genaue Kraftstoffzumessung zum Pumpenarbeitsraum (13) der Hochdruckpumpe (1) bei einem einfachen konstruktiven Aufbau ermöglicht ist. Erreicht wird dies dadurch, dass zumindest eine elektromagnetische Spule (30, 30a, 30b, 30c) einen als Anker wirkenden magnetischen Ventildfederteller (28) des Ventilglieds (11) des Einlassventils (12) beeinflussend vorhanden ist, wobei die elektromagnetische Spule (30, 30a, 30b, 30c) in einem den Ventildfederteller (28) zumindest teilweise umgebenden Haltekörper (35) angeordnet ist.

**Fig. 3**



**EP 2 647 825 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine, die einen von einem Pumpenzylinderkopf abgedeckten und eine Zylinderbohrung aufweisenden Pumpenzylinder aufweist, wobei in der Zylinderbohrung ein Pumpenkolben translatorisch bewegbar ist, von dem in der Zylinderbohrung zusammen mit dem Pumpenzylinder ein Pumpenarbeitsraum gebildet ist, der über ein Einlassventil mit einem Niederdrucksystem verbunden ist, und wobei die Öffnungsbewegung und/oder Schließbewegung eines Ventilglieds des Einlassventils von einem Stellglied beeinflussbar ist.

### Stand der Technik

**[0002]** Eine derartige Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem ist aus der DE 10 2006 013 703 A1 bekannt. Dieses Kraftstoffeinspritzsystem weist ein Einlassventil auf, mit dem die einem Pumpenarbeitsraum der Hochdruckpumpe zuzumessende Kraftstoffmenge eingestellt werden kann. Dieses Einlassventil wird mechanisch, hydraulisch oder elektromagnetisch verstellt und beherrscht eine Strömungsverbindung zwischen einem Niederdrucksystem und Pumpenarbeitsraum der Hochdruckpumpe. Beispielsweise bei einer elektromagnetischen Betätigung des Einlassventils wird die von einem elektromagnetischen Aktor bewirkte Verstellbewegung über eine Spindel auf das Einlassventil direkt oder indirekt übertragen. Die so ausgebildete Verstellvorrichtung für das Einlassventil ist bauaufwändig und dementsprechend störanfällig.

**[0003]** Alternativ oder in Ergänzung zu der Zumessung des Kraftstoffs mit Hilfe eines elektromagnetisch betätigten Einlassventils ist es bekannt, die dem Pumpenarbeitsraum zuzuführende Kraftstoffmenge mittels einer Zumesseinheit einzustellen. Eine solche Zumesseinheit ist als gesondertes Bauteil an der Hochdruckpumpe des Kraftstoffeinspritzsystems zu verbauen.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem bereitzustellen, bei der eine zuverlässige und genaue Kraftstoffzumessung in einen Pumpenarbeitsraum der Hochdruckpumpe bei einem einfachen konstruktiven Aufbau ermöglicht ist.

### Offenbarung der Erfindung

#### Vorteile der Erfindung

**[0005]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass zumindest eine elektromagnetische Spule ein als Anker wirkendes, magnetisches Bauteil des Einlassventils beeinflussend vorgesehen ist. Bei dieser Ausgestaltung wird in dieser allgemeinen Ausgestaltung nur eine elektromagnetische Spule als zusätzliches Bauteil verbaut, die direkt ohne Zwischenschaltung beispielsweise einer Spin-

del mit einem vorhandenen magnetischen Bauteil des Einlassventils zusammenwirkt. Dabei wird bei einer Bestromung der Spule die Bewegung des als Anker wirkenden Bauteils des Einlassventils beeinflusst. Diese Beeinflussung kann so erfolgen, dass eine Öffnungsbewegung oder Schließbewegung des Einlassventils aktiv oder passiv gesteuert wird.

**[0006]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wirkt das Bauteil zumindest während eines Teilabschnitts der Öffnungsbewegung und/oder der Schließbewegung des Einlassventils mit der Spule zusammen. Dabei ist das Zusammenwirken auf den Teilabschnitt bezogen, dessen Bewegungsablauf gezielt beeinflusst werden soll. Dabei ist es im Rahmen der Erfindung auch vorgesehen mehrere Teilabschnitte beispielsweise während der Öffnungsbewegung und der Schließbewegung durch eine entsprechende Anordnung von mehreren Spulen gezielt zu beeinflussen.

**[0007]** In Weiterbildung der Erfindung ist das Bauteil ein Ventilderteller des Einlassventils. Der Ventilderteller ist an einem Ventilglied des Einlassventils befestigt. An dem Ventilderteller ist wiederum eine Ventildeder abgestützt, die einen mit dem Ventilglied verbundenen Ventilteller des Einlassventils in einen Ventilsitz, der in ein Ventilgehäuse oder direkt in den Pumpenzylinderkopf eingearbeitet ist, bewegt. Dazu stützt sich die Ventildeder gegenüberliegend zu dem Ventilderteller an dem Ventilgehäuse oder dem Pumpenzylinderkopf ab. Der Ventilderteller ist aus einem metallischen, magnetisch wirkenden Werkstoff gefertigt und eignet sich daher besonders als mit der elektromagnetischen Spule zusammenwirkender Anker. Es ist aber im Rahmen der Erfindung auch denkbar, dass das Bauteil beispielsweise das Ventilglied oder der Ventilteller ist.

**[0008]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist die Spule das Bauteil umfassend in einem Haltekörper als Bestandteil des Einlassventils eingebettet ist. Die Spule kann aber auch beispielsweise bei einem vorhandenen Ventilgehäuse direkt in ein in das Ventilgehäuse eingelassene Ausnehmung eingesetzt sein. Diese Ausgestaltung erfordert nur einen geringen zusätzlichen Bauaufwand. Schließlich ist ebenso denkbar, die Spule direkt in den Pumpenzylinderkopf einzubauen.

**[0009]** In Weiterbildung der Erfindung ist der Haltekörper (oder das Ventilgehäuse oder der Pumpenzylinderkopf) als weichmagnetisches Bauteil ausgebildet. Ein solches weichmagnetisches Bauteil bzw. Material verstärkt ein Magnetfeld um die Werkstoffpermeabilität, die die Werkstoffleitfähigkeit des entsprechenden Materials mitbestimmt. Ein solcher Haltekörper ist bevorzugt als zusätzliches Bauteil in den Pumpenzylinderkopf oder ein Ventilgehäuse für das Einlassventil eingelassen.

**[0010]** In Weiterer Ausgestaltung ist die Spule gegenüber einem kraftstoffbefüllten Ventildertellerraum kraftstoffdicht abgetrennt. Diese kraftstoffdichte Ausgestaltung ermöglicht es, die Spule direkt benachbart zu dem Anker und dem Haltekörper anzuordnen. Im Rahmen der Erfindung ist es aber auch möglich, die Spule in einem

gegenüber dem Ventildfedertellerraum abgedichteten Raum anzuordnen.

**[0011]** In Weiterbildung der Erfindung weist der Ventildfederteller eine Stellausprägung auf. Die Stellausprägung bewirkt zusammenwirkend mit der Spule (oder den Spulen) die Möglichkeit, den Ventilhub genauer einstellen zu können. Dabei ist es bei dieser Ausgestaltung und auch bei den zuvor dargestellten Ausführungen möglich, die Spule in mehrere separat aktivierbare Teilbereiche zu unterteilen oder aber auch mehrere Spulen einzusetzen, die getrennt bestromt werden können. Diese Ausgestaltung ermöglicht insbesondere zusammen mit der Stellausprägung des Ankers eine differenzierte Steuerung des Ventilhubes des Einlassventils. Dabei sind verschiedene Bestromungsmuster mit Aufteilungen auf die verschiedenen Teilabschnitte der Spule oder auf die verschiedenen Spulen denkbar. Ebenso sind verschiedene Stellausprägungsmuster, beispielsweise durch Auslegung von Luftspalten, Einbringen von weichmagnetischem Material und dergleichen denkbar. Durch diese Ausgestaltung wird die Regelungsmöglichkeit der dem Pumpenarbeitsraum zuzuführenden Kraftstoffmenge und damit die von der Hochdruckpumpe eingestellte Fördermenge weiter erhöht.

**[0012]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Spule so in Bezug zu dem Ventildfederteller angeordnet, dass bei bestromter Spule die Öffnungsbewegung des Einlassventils beeinflussbar ist. Alternativ oder beispielsweise durch eine zusätzliche Spule kann umgekehrt bei einer bestromten Spule die Schließbewegung des Einlassventils beeinflusst werden. Diese Ausgestaltungen erhöhen weiter die Einstellmöglichkeiten des Einlassventils.

**[0013]** In Weiterbildung der Erfindung umfasst das Stellglied die elektromagnetische Spule. Hierbei ist es insbesondere so, dass das Stellglied, das bei herkömmlicher Ausgestaltung extern angeordnet ist, und das Einlassventil über eine Spindel betätigt, alleinig die Spule ist. Im Rahmen der Erfindung ist es grundsätzlich auch möglich, die Spule als Ergänzung zu einem das Einlassventil beherrschenden Stellglied zu verbauen.

**[0014]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der Zeichnungsbeschreibung zu entnehmen, in der in den Figuren dargestellte Ausführungsbeispiele der Erfindung näher beschrieben sind.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0015]** Es zeigen:

Figur 1 den prinzipiellen Aufbau eines Kraftstoffeinspritzsystems,

Figur 2 in einer Schnittdarstellung eine Detailansicht eines Einlassventils einer Hochdruckpumpe in einer ersten Ausführungsform,

Figur 3 in einer Schnittdarstellung eine Detailansicht eines Einlassventils einer Hochdruckpumpe in einer zweiten Ausführungsform, und

Figur 4a, 4b jeweils in Diagrammform das Funktionsprinzip der Hochdruckpumpe bei unterschiedlicher Anordnung einer Spule in Bezug zu einem Anker.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

**[0016]** Das in Figur 1 dargestellte Kraftstoffeinspritzsystem für eine insbesondere mit Dieseldieselkraftstoff betriebene selbstzündende Brennkraftmaschine ist als Common-Rail-Einspritzsystem ausgebildet und weist eine Hochdruckpumpe 1 auf. Die Hochdruckpumpe 1 fördert aus einem Niederdrucksystem zugeführten Kraftstoff in einen Hochdruckspeicher 2, aus dem der Kraftstoff von Injektoren 3 zur Einspritzung in einen Injektor 3 jeweils zugeordneten Brennraum der Brennkraftmaschine zur Verbrennung mit gleichzeitig zugeführter Verbrennungsluft eingespritzt wird.

**[0017]** Das Niederdrucksystem weist einen Kraftstofftank 4 auf, aus dem Kraftstoff von einer Niederdruckpumpe 5 unter Durchleitung durch einen Filter 6 entnommen wird, und durch eine Niederdruckleitung 7 in einen Zuführraum 8 der Hochdruckpumpe 1 gefördert wird. Stromabwärts der Niederdruckpumpe 5 ist eine Rückführleitung 9 mit der Niederdruckleitung 7 verschaltet, wobei in die Rückführleitung 9 ein Druckregelventil 10 eingeschaltet ist. Das Druckregelventil 10 begrenzt den Kraftstoffdruck in der Niederdruckleitung 7 auf einen vorgegebenen Höchstdruck und leitet abgeregelten Kraftstoff in den Kraftstofftank 4 zurück.

**[0018]** Der Zuführraum 8 der Hochdruckpumpe 1 umgibt ein als Ventilbolzen 11 ausgebildetes Ventilglied eines Einlassventils 12, das die in einen Pumpenarbeitsraum 13 der Hochdruckpumpe 1 eingebrachte Kraftstoffmenge bestimmt. Dazu ist das Einlassventil 12 grundsätzlich als Saugventil ausgebildet und weist einen mit dem Ventilbolzen 11 vorzugsweise einstückig ausgebildeten Ventilteller 14 auf, der mit einem beispielsweise in einem Ventilgehäuse 15 eingearbeiteten Ventilsitz 16 zusammenwirkt. Bei der in der Figur 1 dargestellten, geöffneten Stellung des Einlassventils 12 ist der Zuführraum 8 über einen den Ventilbolzen 11 umgebenden Ringraum 17 mit dem Ventilsitz 16 verbunden und es strömt von der Niederdruckpumpe 5 geförderter Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum 13.

**[0019]** Wird das Einlassventil 12 geschlossen und der Ventilteller 14 bewegt sich zur Anlage in den Ventilsitz 16, wird gleichzeitig von einem in einer Zylinderbohrung 18 eines Pumpenzylinders 19 von einer Nockenwelle der Hochdruckpumpe 1 translatorisch bewegter Pumpenkolben 20 aufwärts bewegt und fördert den in dem Pumpenarbeitsraum 13 befindlichen Kraftstoff über eine Hochdruckleitung 21 mit eingesetztem Rückschlagventil

22 in den Hochdruckspeicher 2, aus dem der dort beispielsweise unter einem Druck von ca. 1.600 bar gespeicherte Kraftstoff zur Einspritzung in die Brennräume entnommen wird.

**[0020]** Der Pumpenzylinder 19 ist von einem Pumpenzylinderkopf 23, der auch einstückig mit dem Pumpenzylinder 19 ausgebildet sein kann, abgedeckt. In den Pumpenzylinderkopf 23 ist eine Ausnehmung 24 eingearbeitet, in die das Einlassventil 12 mit dem Ventilkörper 15 eingebaut ist. Der Ventilkörper 15 weist eine Führungsbohrung 25 auf, in der der Ventilbolzen 11 dichtend geführt ist. Oberhalb des Ventilkörpers 15 ist ein Ventiltellerraum 26 gebildet, in dem eine Ventildfeder 27 angeordnet ist. Die Ventildfeder 27 stützt sich auf dem Ventilkörper 15 und gegenüberliegend an einem mit dem Ventilbolzen 11 verbundenen Ventiltellerteller 28 ab. Oberhalb des Ventiltellertellers 28 ist die Ausnehmung 24 von einer Verschlusschraube 29 zur Umgebung hin verschlossen.

**[0021]** Die Ventildfeder 27 ist so ausgelegt, dass bei einer Abwärtsbewegung des Pumpenkolbens 20 durch den in dem Pumpenarbeitsraum erzeugten Unterdruck zusammenwirkend mit dem von der Niederdruckpumpe 5 in den Zuführraum 8 geförderten Kraftstoff das Einlassventil 12 öffnet und dementsprechend der Ventilbolzen 11 zusammen mit dem Ventilteller 14 und dem Ventiltellerteller 28 in die dargestellte Position bewegt wird.

**[0022]** Beeinflusst werden kann diese Öffnungsbewegung und die nachfolgende Schließbewegung des Einlassventils 12 von einer elektromagnetischen Spule 30, die in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform in einen in den Pumpenzylinderkopf 23 eingelassenen Spulenraum 31 eingebettet ist. Ein den Spulenraum 31 - zur Montage der Spule 30 - mit der Ausnehmung 24 verbindender Verbindungsraum 32 ist mittels eines Stopfens verschließbar, so dass der Spulenraum 31 kraftstoffdicht gegenüber der Ausnehmung 24 abgeschirmt ist. Die Spule 30 ist über eine Ansteuerleitung 33 mit einem elektronischen Steuergerät 34 verbunden, das den Stromfluss zu der Spule 30 in Abhängigkeit von gewünschten Betriebsbedingungen steuert.

**[0023]** Figur 2 zeigt einen Ausschnitt aus der in Figur 1 dargestellten Hochdruckpumpe 1, wobei in dem dargestellten Ausführungsbeispiel in dem Pumpenzylinderkopf 23 ein Haltekörper 35 eingesetzt ist, der die Ausnehmung 24 begrenzt. In den Haltekörper 35 ist der Spulenraum 31 eingelassen, in den die Spule 30 eingesetzt ist. In der dargestellten Ausführungsform ist der Spulenraum 31 über den Verbindungsraum 32, der von einem als Stopfen wirkenden Dichtring 36 gegenüber der Ausnehmung 24 bzw. dem Ventiltellerraum 26 verschlossen. Der Verbindungsraum 32 kann sich auch über die gesamte Höhe des Spulenraums 31 erstrecken oder aber gänzlich entfallen. Der Haltekörper 35 ist bevorzugt aus einem weichmagnetischen Material hergestellt, während der Dichtring 36 - sofern dieser zum Verschließen eines vorhandenen Verbindungsraums 32 vorgesehen ist - aus einem amagnetischen (oder aber auch aus ei-

nem magnetischen) Werkstoff gefertigt sein kann. Der Ventiltellerteller 28 ist aus einem magnetischen Werkstoff, beispielsweise Stahl, gefertigt und wirkt als Anker im Zusammenwirken mit der bestromten Spule 30. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel befindet sich der Ventiltellerteller 28 (im geschlossenen Zustand des Einlassventils) oberhalb der Spule 30 und folglich wird der Ventiltellerteller 28 vor allem im geöffneten Zustand des Einlassventils 12 bei einer Bestromung der Spule 30 der Ventiltellerteller 28 hinsichtlich seiner Bewegung beeinflusst. Vorzugsweise wirkt die Spule 30 zusammen mit dem Ventiltellerteller 28 als "Magnetbremse" und bremst folglich die Öffnungsbewegung des Ventilbolzens 11 zusammen mit dem Ventiltellerteller 28 ab. Selbstverständlich ist es aber auch beispielsweise bei einer anderen Anordnung der Spule 30 möglich, die Öffnungsbewegung des Einlassventils 12 zumindest über einen Teilabschnitt von deren Bewegung zu unterstützen.

**[0024]** Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 ist grundsätzlich ähnlich zu dem der Figur 2 aufgebaut, wobei hier in den Haltekörper 35 drei Spulenräume 31 a, 31 b, 31 c eingelassen sind, in die jeweils eine Spule 30a, 30b, 30c eingesetzt ist. Weiterhin weist in diesem Ausführungsbeispiel der Ventiltellerteller 28 eine Stellausprägung auf, die durch insgesamt drei Ringnuten 37a, 37b, 37c gebildet ist. Diese Stellausprägung ermöglicht im Zusammenwirken mit den einzeln bestrombaren Spulen 30a, 30b, 30c eine genauere und feinfühligere Einflussnahme auf die Bewegung des Einlassventils 12.

**[0025]** Allgemein ist zur Funktion des Einlassventils 12 auszuführen, dass sich durch eine kontinuierliche Bestromung der Spule(n) 30, 30a, 30b, 30c im (weichmagnetischen) Material um die Spule(n) 30, 30a, 30b, 30c ein Magnetfeld ausbildet, dessen Magnetfeldlinien in axiale Richtung wirken. Das Einlassventil 12 erfährt über den von der Niederdruckpumpe 5 stammenden Zulaufdruck eine Kraft in die öffnende Richtung. Dem entgegengesetzt wirkt die Schließkraft der Ventildfeder 27. Das Einlassventil 12 öffnet erst, wenn der Druck in dem Zuführraum 8 soweit abgesunken ist, dass die von dem Kraftstoff hervorgerufene hydraulische Kraft (gegebenenfalls zusammenwirkend mit der in dem Pumpenarbeitsraum 13 bei einer Abwärtsbewegung des Pumpenkolbens 20 hervorgerufenen Saugkraft) größer als die Schließkraft der Ventildfeder 27 ist.

**[0026]** Beim Öffnen des Einlassventils 12 erfährt der Ventilbolzen 11, sobald der Ventiltellerteller 28 in das Magnetfeld der Spule(n) 30, 30a, 30b, 30c eintaucht, eine Kraft in eine schließende Richtung (dem Magnetfeld entgegenwirkend). Dadurch wird die Öffnungsbewegung des Ventilbolzens 11 mit dem Ventilteller 14 abgebremst und folglich ist auch bei dieser Ausführungsform eine Magnetbremse realisiert. Das Einlassventil 12 macht aufgrund der als Magnetbremse wirkenden Magnetkräfte keinen Vollhub, der über die mechanischen Anschläge gegeben ist, sondern nur einen Teilhub.

**[0027]** Die Höhe und der Verlauf des Teilhubs sind abhängig von der Stärke des Magnetfeldes. Über den an-

gelegten elektrischen Strom lässt sich auf diese Weise der mit dem Einlassventil 12 freigegebene Strömungsquerschnitt genau und feinfühlig steuern.

**[0028]** Zusammenfassend sind folgende Varianten im Rahmen der Erfindung umsetzbar:

#### 1. Amagnetische Dichtringvariante

**[0029]** Ein amagnetischer Dichtring 36 wird zur Abdichtung der Spule(n) 30, 30a, 30b, 30c gegenüber dem Kraftstoff eingesetzt. Der Dichtring 36 erhöht das effektiv wirksame Magnetfeld, was zu einem niedrigeren Energiebedarf führt, und steigert die Robustheit der im Wesentlichen aus der Spule(n) 30, 30a, 30b, 30c bestehenden Verstelleinrichtung für das Einlassventil 12 aufgrund der Abdichtung gegenüber dem in der Ausnehmung 24 herrschenden Kraftstoffdruck und gegenüber der Kraftstofftemperatur. Diese Ausgestaltung bewirkt eine Steigerung der Zuverlässigkeit des so ausgebildeten Einlassventils 12.

#### 2. Inverse Variante

**[0030]** Bei einer inversen Variante wird ein Magnetfeld in den Bereich des Hubs des Einlassventils 12 erzeugt, wobei der Hub beim Schließen des Einlassventils 12 durchfahren wird. Ist das Magnetfeld bei bestromter Spule(n) 30, 30a, 30b, 30c aktiv, so wirken Magnetkräfte in öffnender Richtung auf das Einlassventil 12 und das Schließen des Einlassventils 12 wird verzögert. In Kombination mit anderen Ausgestaltungen stellt die inverse Variante eine zusätzliche Steuerungsmöglichkeit des Einlassventils 12 dar. Der Hub des Einlassventils 12 kann zusätzlich beeinflusst werden, und so die Fördermenge der Hochdruckpumpe 1 durch die genauere Zumessung von Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum 13 genauer eingestellt werden. Dadurch wird ein Funktionsvorteil der Hochdruckpumpe 1 erreicht. Weiterhin können durch das verlangsamte Ventilschließen Druckspitzen durch sogenannte "Wasserschlageffekte" (die natürlich durch den Kraftstoff als Fluid bewirkt werden) wirksam vermieden werden.

#### 3. Mehrspulenvariante mit Stellausprägung am Ventilteller 28

**[0031]** Durch Einsatz von mehreren Spulen 30a, 30b, 30c und einer Stellausprägung an dem Ventilteller 28 kann der erzielte Hub des Einlassventils 12 genauer eingestellt werden. Verschiedene Bestromungsmuster mit Aufteilungen auf die verschiedenen Spulen 30a, 30b, 30c sind im Rahmen der Erfindung umsetzbar. Ebenso sind verschiedene Stellausprägungsmuster, beispielsweise durch Auslegung von Luftspalten oder Einbringen von weichmagnetischem Material vorgesehen. Die Genauigkeit der Fördermengenregelung wird dadurch zur Erzielung eines weiteren Funktionsvorteils erhöht.

**[0032]** Figur 4a zeigt in der oberen Prinzipskizze eine

unterhalb des Ventilteller 28 angeordnete Spule 30 (siehe auch Figur 2) und in den zwei darunterliegenden Diagrammen die einstellbare Wirkung auf das Öffnungsverhalten des Einlassventils 12.

5 **[0033]** In dem oberen Diagramm ist der Ventilbolzenhub  $V_h$  des Ventilbolzens 11 über den Kurbelwinkel KW aufgetragen. Strichliniert ist bei nicht bestromter Spule 30 die die volle Öffnungsbewegung und Schließbewegung des Einlassventils 12 und somit insbesondere des die Befüllung des Pumpenarbeitsraums 13 bestimmenden Ventilteller 28 gegenüber dem Ventilsitz 16 dargestellt. Das Einlassventil 12 macht den größtmöglichen Vollöffnungshub  $V_{ö_h}$ . Dagegen zeigt die ausgezogene Kennlinie die Öffnungsbewegung und Schließbewegung des Einlassventils 12 mit einem eingeschränkten Teilöffnungshub  $Tö_h$ , der sich bei bestromter Spule 30 einstellt. Dieser dann erreichte Teilöffnungshub  $Tö_h$  entspricht etwa der Hälfte des maximal einstellbaren Vollöffnungshubs  $V_{ö_h}$ . In dem darunter dargestellten Diagramm ist die Fördermenge Q, dargestellt, die sich gegen einen Grenzwert allmählich einstellt.

**[0034]** In dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4b ist die Spule 30 oberhalb des Ventilteller 28 (siehe auch Figur 3) dargestellt. Dabei ist dieses Ausführungsbeispiel so eingestellt, dass die Schließbewegung des Einlassventils 12 gebremst wird. Die Spule 30 wirkt zusammenwirkend mit dem Ventilteller 28 als Magnetbremse.

25 **[0035]** In dem oberen Diagramm ist dargestellt, dass bei diesem Ausführungsbeispiel eine Auslegung derart erfolgt, dass die Schließbewegung des Einlassventils 12 hervorgerufen durch den in den magnetischen Wirkungsbereich der Spule 30 eintauchenden Ventilteller 28 die Schließbewegung des Ventiltellers 14 in einem Endbereich  $E_b$  verzögert wird. Entsprechend ergibt sich eine Einstellung der Fördermenge ebenfalls auf einen Grenzwert, wobei dieser Grenzwert nach einem Überschwingen der Fördermenge erreicht wird.

30 **[0036]** Bei beiden Ausführungsbeispielen wird die Spule kontinuierlich mit beispielsweise angenähert 2 Ampere bestromt, sodass sich ein konstantes Magnetfeld mit einer mit einer ebenfalls zumindest nahezu konstanten Flussdichte [Tesla] (oder auch magnetischen Induktion) aufbaut. Die Bestromung ist dabei über die Drehung der Kurbelwelle beispielsweise in dem dargestellten Bereich konstant, es erfolgt als keine Änderung über die Drehung der Kurbelwelle wie beispielsweise bei einer herkömmlichen Zumesseinheit. Selbstverständlich ist es aber vorgesehen, den Absolutwert der Bestromung beispielsweise von 2 Ampere auf 4 Ampere während der gesamten Bestromungsphase zu erhöhen, um beispielsweise die von der Spule 30 auf das Einlassventils 12 ausgeübte Bremswirkung zu erhöhen. Durch die gleichmäßige Bestromung entfällt eine leistungsintensive Endstufe. Dadurch ist eine kostengünstige Umstellung des Kraftstoffeinspritzsystems von einer Steuerung der zuzuführenden Kraftstoffmenge mittel einer herkömmlichen Zumesseinheit auf die erfindungsgemäße Einrich-

tung möglich.

### Patentansprüche

1. Hochdruckpumpe für ein Kraftstoffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine, die einen von einem Pumpenzylinderkopf (23) abgedeckten und eine Zylinderbohrung (18) aufweisenden Pumpenzylinder (19) aufweist, wobei in der Zylinderbohrung (18) ein Pumpenkolben (20) translatorisch bewegbar ist, von dem in der Zylinderbohrung (18) zusammen mit dem Pumpenzylinderkopf (23) ein Pumpenarbeitsraum (13) gebildet ist, der über ein Einlassventil (12) mit einem Niederdrucksystem (5) verbunden ist, und wobei die Öffnungsbewegung und/oder die Schließbewegung eines Ventilglieds (11) des Einlassventils (12) von einem Stellglied beeinflussbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine elektromagnetische Spule (30, 30a, 30b, 30c) ein als Anker wirkendes magnetisches Bauteil des Einlassventils (12) beeinflussend vorhanden ist.
2. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil zumindest während eines Teilabschnitts der Öffnungsbewegung und/oder der Schließbewegung des Einlassventils (12) mit der Spule (30, 30a, 30b, 30c) zusammenwirkt.
3. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** Bauteil ein Ventildfederteller (28) ist.
4. Hochdruckpumpe nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (30, 30a, 30b, 30c) in einen Haltekörper (35) als Bestandteil des Einlassventils (12) eingebettet ist.
5. Hochdruckpumpe nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff des Haltekörpers (35) ein weichmagnetisches Material ist.
6. Hochdruckpumpe nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (30, 30a, 30b, 30c) gegenüber einem mit Kraftstoff befüllten Ventildfedertellerraum (26) des Einlassventils (12) kraftstoffdicht abgetrennt ist.
7. Hochdruckpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventildfederteller (28) eine Stellausprägung aufweist.
8. Hochdruckpumpe nach einem der vorherigen Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Spulen (30a, 30b, 30c) benachbart zueinander angeordnet vorhanden sind.
9. Hochdruckpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (30, 30a, 30b, 30c) so in Bezug zu dem Ventildfederteller (28) angeordnet ist, dass bei bestromter Spule (30, 30a, 30b, 30c) die Öffnungsbewegung des Einlassventils (12) beeinflussbar ist.
10. Hochdruckpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Spule (30, 30a, 30b, 30c) so in Bezug zu dem Ventildfederteller (28) angeordnet ist, dass bei bestromter Spule (30, 30a, 30b, 30c) die Schließbewegung des Einlassventils (12) beeinflussbar ist.

Fig. 1

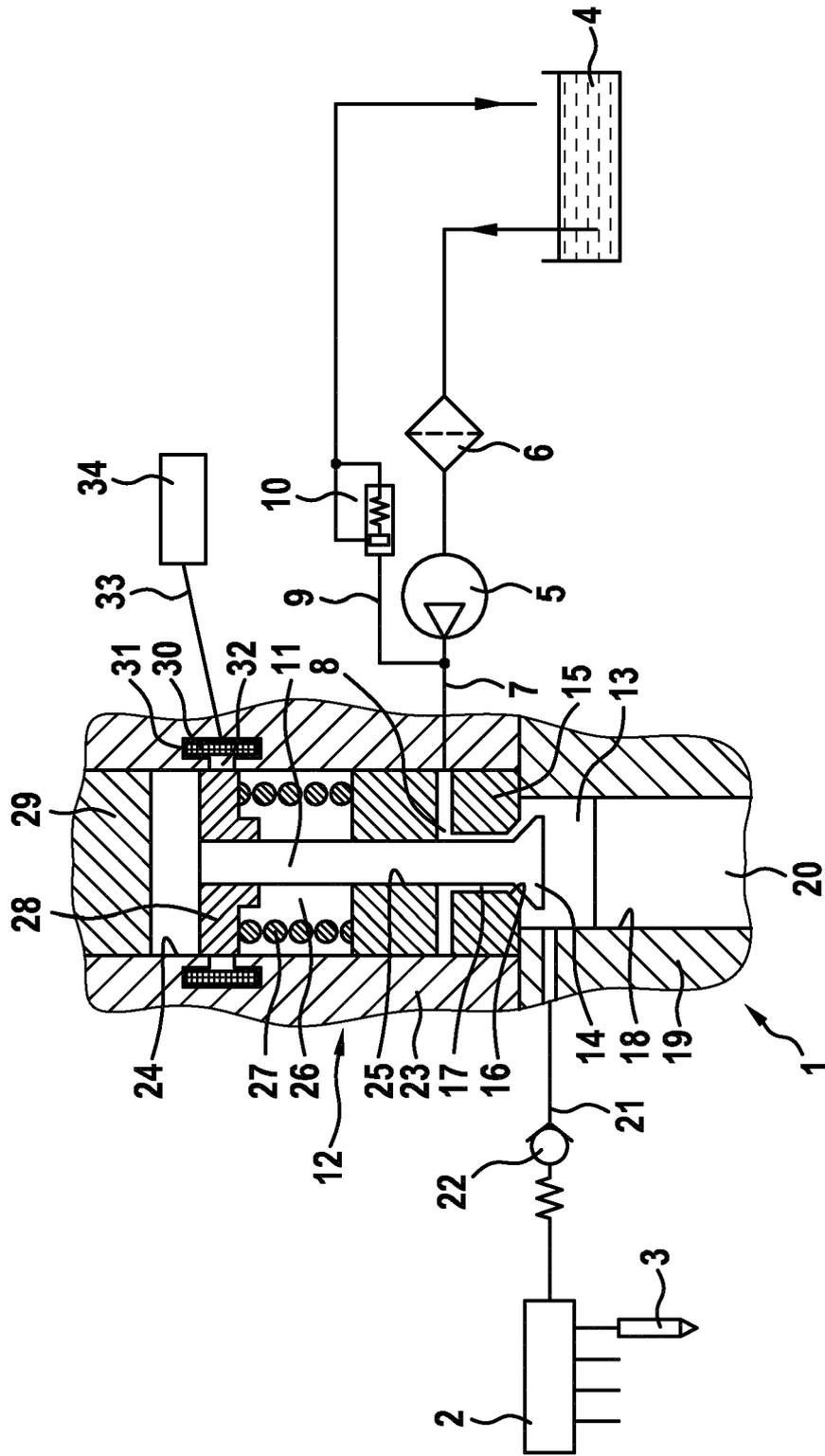


Fig. 2

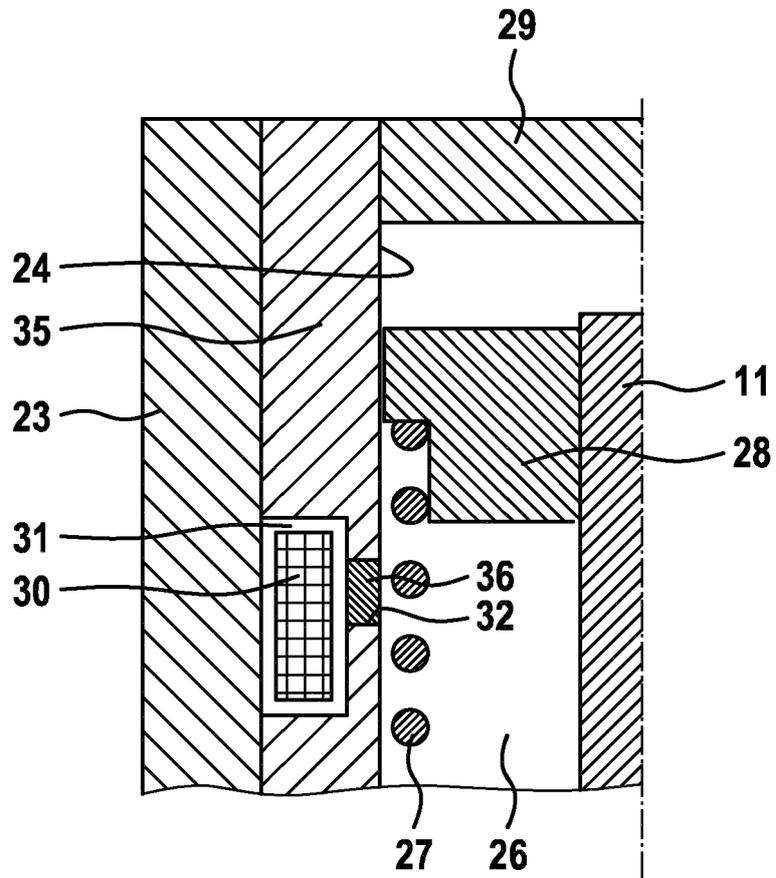


Fig. 3

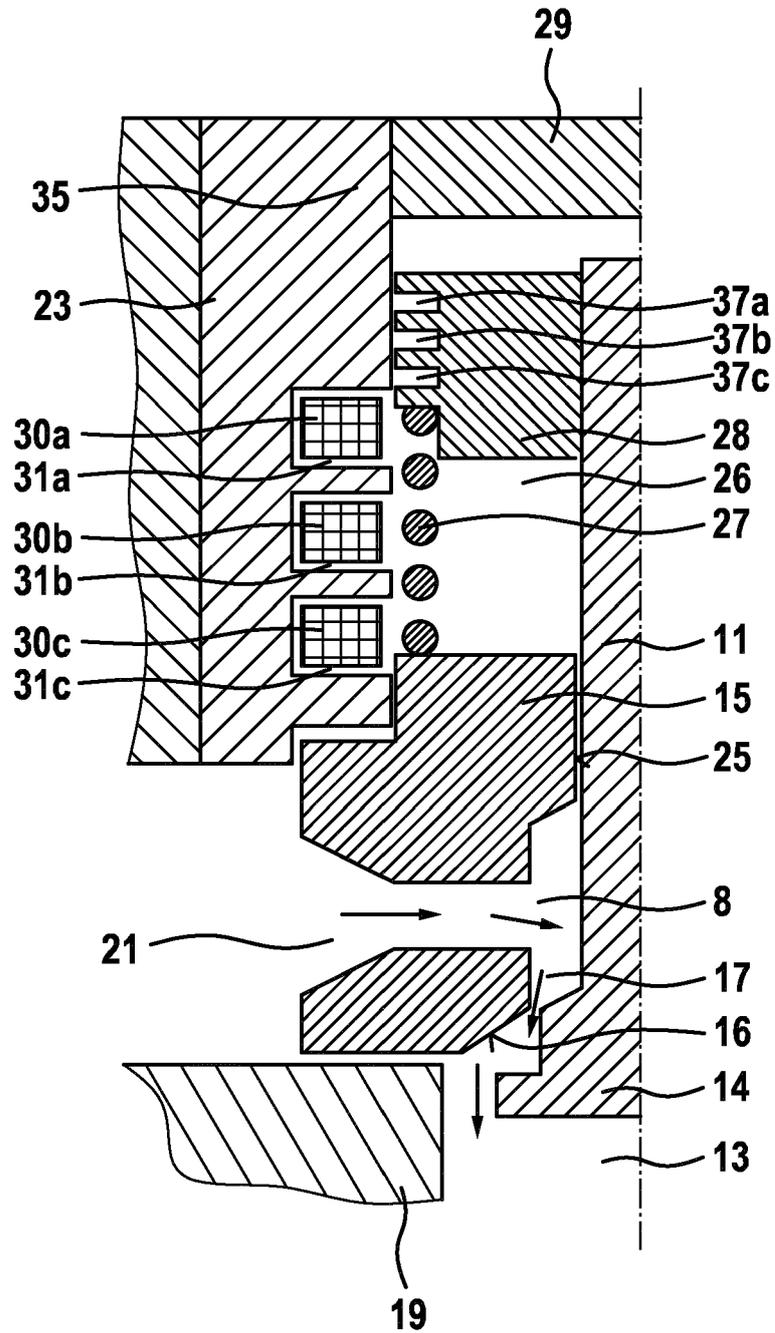


Fig. 4a

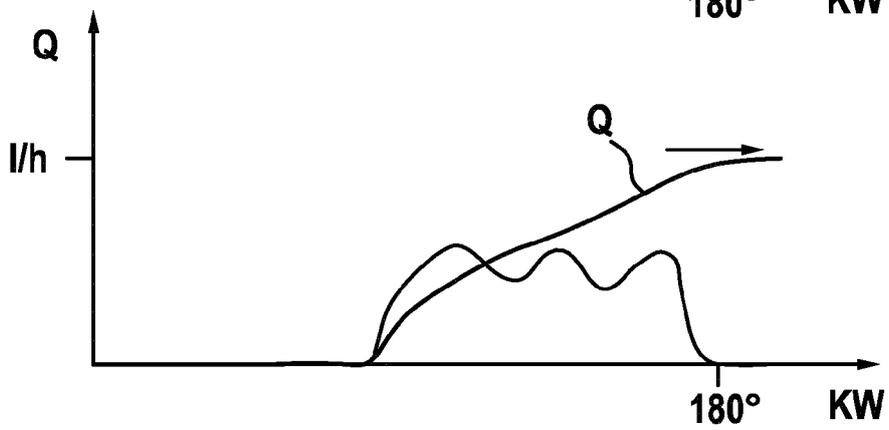
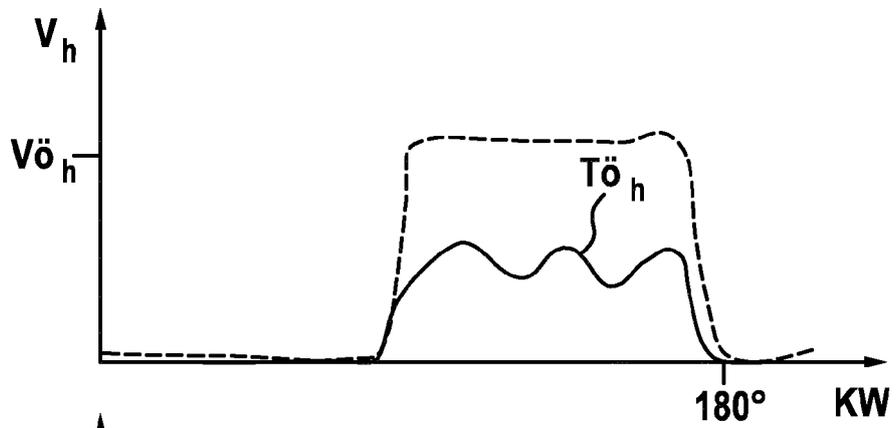
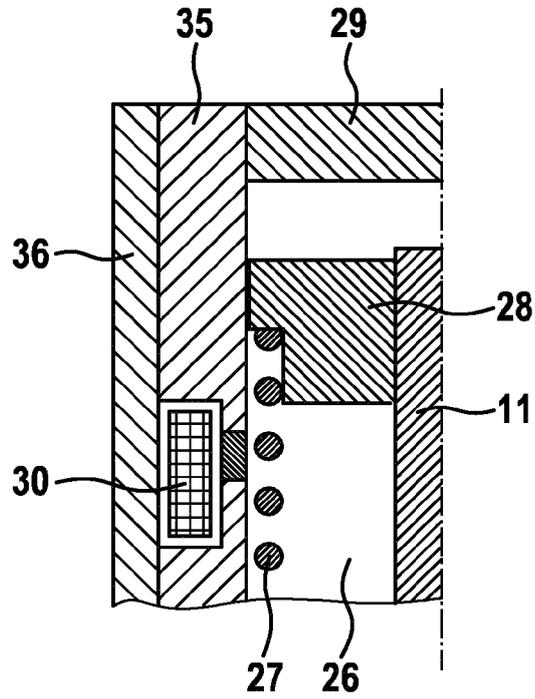
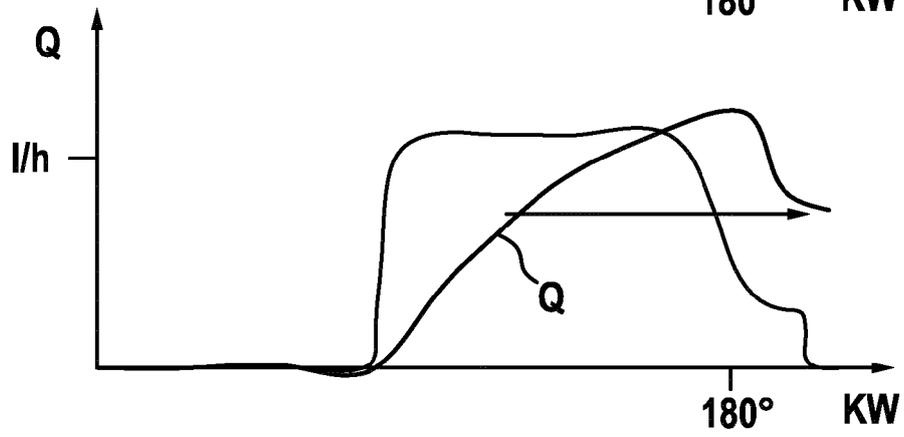
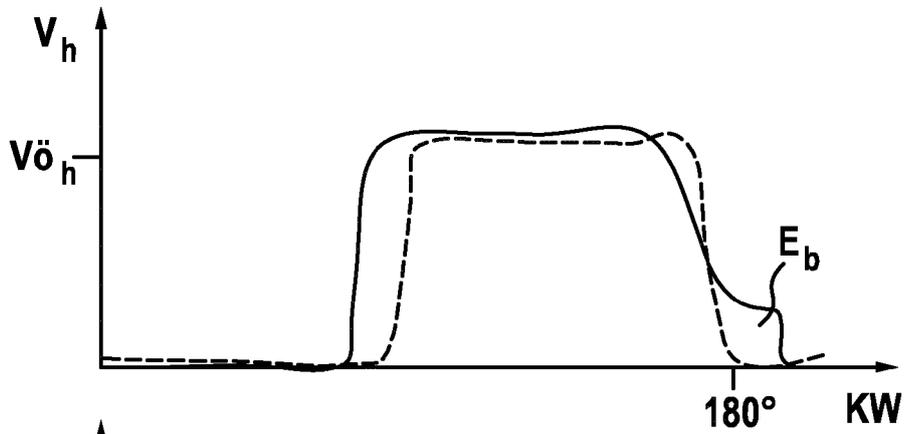
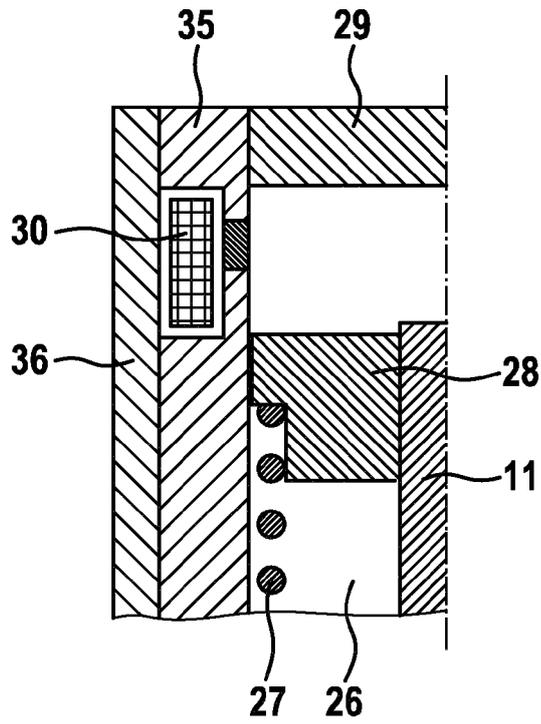


Fig. 4b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 13 15 9338

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,P	EP 2 535 553 A1 (DELPHI TECH HOLDING SARL [LU]) 19. Dezember 2012 (2012-12-19) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Ansprüche 1,2,5,11,13 * * Absatz [0008] * * Absatz [0017] * * Absatz [0022] * * Absatz [0023] * * Absatz [0024] * * Absatz [0026] * * Absatz [0029] * * Absatz [0034] * * Absatz [0035] *	1-4,9,10	INV. F02M59/36
X	WO 2009/124852 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]; NIGRIN UWE [DE]) 15. Oktober 2009 (2009-10-15)	1,2,4, 8-10	
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3 * * Seite 1, Zeile 3 - Zeile 16 * * Ansprüche 1-3 * * Seite 6, Zeile 27 - Seite 7, Zeile 11 * * Seite 2, Zeile 22 - Zeile 26 * * Seite 4, Zeile 19 - Zeile 28 *	3,5-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	US 2010/147266 A1 (CRISPEN RODNEY E [US]) 17. Juni 2010 (2010-06-17)	1,2,4,9	F02M H01F F16K F02D
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * Ansprüche 1,4,6,7 * * Absatz [0001] * * Absatz [0014] * * Absatz [0018] * * Absatz [0019] * * Absatz [0021] * * Absatz [0023] *	3	
----- -/--			
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Juni 2013	Prüfer Barunovic, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04/C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 13 15 9338

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 2 246 175 A (DIESEL TECH CORP [US] DIESEL TECH CORP [US]; DIESEL TECH CO [US]) 22. Januar 1992 (1992-01-22) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * * Ansprüche 1,2,4-6 * * Seite 2, Zeile 10 - Zeile 22 * * Seite 6, Zeile 18 - Zeile 26 * * Seite 7, Zeile 20 - Zeile 28 *	1-4,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	EP 1 701 031 A1 (HITACHI LTD [JP]) 13. September 2006 (2006-09-13) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,6 * * Ansprüche 1-6,8-11 * * Absatz [0001] * * Absatz [0022] * * Absatz [0032] * * Absatz [0036] * * Absatz [0039] * * Absatz [0041] * * Absatz [0042] * * Absatz [0075] * * Absatz [0091] * * Absatz [0105] * * Absatz [0106] * * Absatz [0110] * * Absatz [0111] * * Absatz [0114] * * Absatz [0127] *	1,2,4	
Y	US 2006/065870 A1 (MORI KATSUMI [JP] ET AL) 30. März 2006 (2006-03-30) * Zusammenfassung; Abbildungen 6,7 * * Absatz [0065] * * Absatz [0063] * * Absatz [0002] * * Absatz [0003] *	5	
----- -/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>7. Juni 2013</b>	
		Prüfer <b>Barunovic, Robert</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/02 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 13 15 9338

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 1 895 218 A1 (MAGNETI MARELLI POWERTRAIN SPA [IT] MAGNETI MARELLI SPA [IT]) 5. März 2008 (2008-03-05) * Ansprüche 1,7 * * Absatz [0029] * -----	6	
Y	EP 0 647 780 A2 (LUCAS IND PLC [GB]) 12. April 1995 (1995-04-12) * Zusammenfassung; Abbildungen 3,5,6 * * Ansprüche 7,8,10 * * Spalte 3, Zeile 12 - Zeile 34 * * Spalte 4, Zeile 48 - Spalte 5, Zeile 6 * -----	7	
Y	DE 19 19 708 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 12. November 1970 (1970-11-12) * Seite 4, Zeile 13 - Zeile 28; Abbildung 1 * * Seite 2, Zeile 1 - Zeile 4 * -----	7	
Y	US 4 254 935 A (JARRETT BOAZ A) 10. März 1981 (1981-03-10) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Anspruch 1 * -----	7	
A	WO 2009/048995 A1 (PARKER HANNIFIN CORP [US]; HANSEN III CHARLER [US]; GULDBERG ERIK [US]) 16. April 2009 (2009-04-16) * Ansprüche 1,10-15,19 * * Absatz [0032] - Absatz [0033] * * Absatz [0035] - Absatz [0037] * * Absatz [0040] - Absatz [0041] * -----	7	
2 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlussdatum der Recherche <b>7. Juni 2013</b>	Prüfer <b>Barunovic, Robert</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04.C03)

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

EP 13 15 9338

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.

07-06-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2535553	A1	19-12-2012	EP 2535553 A1	19-12-2012
			WO 2012171970 A1	20-12-2012
-----				
WO 2009124852	A1	15-10-2009	DE 102008018018 A1	15-10-2009
			WO 2009124852 A1	15-10-2009
-----				
US 2010147266	A1	17-06-2010	KEINE	
-----				
GB 2246175	A	22-01-1992	DE 4115103 A1	02-04-1992
			GB 2246175 A	22-01-1992
			US 5133645 A	28-07-1992
-----				
EP 1701031	A1	13-09-2006	EP 1701031 A1	13-09-2006
			EP 1898085 A2	12-03-2008
			EP 2282044 A1	09-02-2011
			JP 4415884 B2	17-02-2010
			JP 2006250086 A	21-09-2006
			US 2006201485 A1	14-09-2006
			US 2008302333 A1	11-12-2008
-----				
US 2006065870	A1	30-03-2006	DE 602005003427 T2	18-09-2008
			EP 1657431 A1	17-05-2006
			EP 1852603 A1	07-11-2007
			US 2006065870 A1	30-03-2006
-----				
EP 1895218	A1	05-03-2008	AT 487903 T	15-11-2010
			BR PI0703756 A	22-04-2008
			CN 101165334 A	23-04-2008
			EP 1895218 A1	05-03-2008
			US 2008054213 A1	06-03-2008
-----				
EP 0647780	A2	12-04-1995	EP 0647780 A2	12-04-1995
			EP 0740096 A2	30-10-1996
			JP H07167005 A	04-07-1995
			US 5544815 A	13-08-1996
			US 5556031 A	17-09-1996
-----				
DE 1919708	A1	12-11-1970	CH 498325 A	31-10-1970
			DE 1919708 A1	12-11-1970
			FR 2045501 A5	26-02-1971
			GB 1305437 A	31-01-1973
			JP S4941055 B1	07-11-1974
			US 3625477 A	07-12-1971
-----				
US 4254935	A	10-03-1981	AU 527948 B2	31-03-1983
			AU 5075680 A	15-01-1981

EPO FORM P0481

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

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

EP 13 15 9338

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.

07-06-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
		BR 7906059 A	24-03-1981
		CA 1116680 A1	19-01-1982
		DD 146201 A5	28-01-1981
		DE 2935130 A1	08-01-1981
		ES 484089 A1	01-04-1980
		FR 2461179 A1	30-01-1981
		GB 2053575 A	04-02-1981
		HU 182893 B	28-03-1984
		IN 151849 A1	20-08-1983
		IT 1122542 B	23-04-1986
		JP S5615161 A	13-02-1981
		MX 147041 A	23-09-1982
		PL 218502 A1	27-03-1981
		RO 77679 A1	01-02-1982
		SU 1047399 A3	07-10-1983
		TR 20235 A	01-11-1980
		US 4254935 A	10-03-1981
		ZA 7904464 A	27-08-1980
-----			
WO 2009048995	A1	16-04-2009	KEINE
-----			

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 102006013703 A1 [0002]