

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. November 2017 (23.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2017/198364 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 55/00 (2006.01) F16K 17/04 (2006.01)  
F02M 63/00 (2006.01) F16K 17/30 (2006.01)  
F02M 37/00 (2006.01) F02D 41/38 (2006.01)  
F02M 59/46 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/056622

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. März 2017 (21.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2016 208 427.5  
17. Mai 2016 (17.05.2016) DE

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

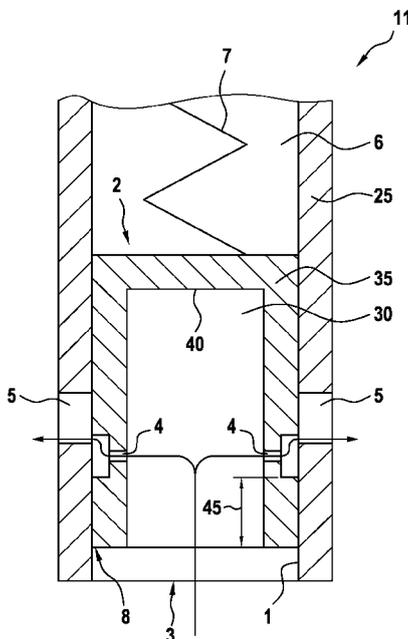
(72) Erfinder: KOEHLER, Achim; Goldparmaenenweg 9, 70437 Stuttgart-Zuffenhausen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: OVERFLOW VALVE FOR A HIGH PRESSURE PUMP, HIGH PRESSURE PUMP, AND METHOD FOR OPERATING AN OVERFLOW VALVE

(54) Bezeichnung: ÜBERSTRÖMVENTIL FÜR EINE HOCHDRUCKPUMPE, HOCHDRUCKPUMPE UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES ÜBERSTRÖMVENTILS

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to an overflow valve (11) for a high pressure pump (105), in particular a fuel injection system, preferable in a common-rail fuel injection system, comprising a valve element (2), which is received in a movable manner in a housing bore (1), for connecting a valve inlet (3) to at least one valve outlet (5), and a spring (7), which is received in a spring space (6) and the spring force of which acts on the valve element (2) in the direction of the valve inlet (3). According to the invention, the at least one valve outlet (5) is provided in the form of an opening of a housing wall (25), in particular in the form of a bore which opens into the housing bore (1) preferably in a radial manner. The valve element (2) comprises an interior (30) which is open towards the valve inlet (3). The valve element (2) further comprises a throttle opening (4) in a surrounding wall (35) of the interior (30), said throttle opening releasing a flow out of the interior (30) of the valve element (2) to the at least one valve outlet (5) in the housing bore (1) in a first region of the position of the valve element (2) in the housing bore (1). The invention further relates to a high-pressure pump (105) comprising such an overflow valve (11) and to a method for operating an overflow valve (11) in at least two stages with different flow rates  $Q$ , wherein the overflow valve (11) is arranged in a high-pressure pump (105) of a fuel injection system of an internal combustion engine and adjusts a supply pressure of the overflow valve (11) by means of a pre-supply pump, and the overflow valve (11) is operated with a lower flow rate  $Q$  in a first stage or with a higher flow rate  $Q$  in a second stage depending on the supply pressure.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Überströmventil (11) für eine Hochdruckpumpe (105), insbesondere in einem Kraftstoffeinspritzsystem, vorzugsweise in einem Common-Rail-Einspritzsystem, umfassend ein in einer Gehäusebohrung (1) verschiebbar aufgenommenes

WO 2017/198364 A1

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Ventilelement (2) zur Verbindung eines Ventileingangs (3) mit wenigstens einem Ventilausgang (5) sowie eine in einem Federraum (6) aufgenommene Feder (7), deren Federkraft das Ventilelement (2) in Richtung des Ventileingangs (3) beaufschlagt. Erfindungsgemäß ist der mindestens eine Ventilausgang (5) als Öffnung, insbesondere in Form einer, vorzugsweise radial, in die Gehäusebohrung (1) mündenden Bohrung, einer Gehäusewand (25) vorgesehen. Das Ventilelement (2) umfasst einen zum Ventileingang (3) hin geöffneten Innenraum (30). Das Ventilelement (2) umfasst ferner eine Drosselöffnung (4) in einer Umwandung (35) des Innenraums (30), die in einem ersten Bereich der Position des Ventilelements (2) in der Gehäusebohrung (1) einen Durchfluss aus dem Innenraum (30) des Ventilelements (2) zum mindestens einen Ventilausgang (5) in der Gehäusewand (25) freigibt. Ferner betrifft die Erfindung eine Hochdruckpumpe (105) mit einem solchen Überströmventil (11). Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Überströmventils (11) in mindestens zwei Stufen mit unterschiedlichem Durchfluss Q, wobei das Überströmventil (11) in einer Hochdruckpumpe (105) eines Kraftstoffeinspritzsystems einer Brennkraftmaschine angeordnet ist und ein Zulaufdruck des Überströmventils (11) durch eine Vorforderpumpe eingestellt wird und wobei abhängig vom Zulaufdruck das Überströmventil (11) in einer ersten Stufe mit geringerem Durchfluss Q oder in einer zweiten Stufe mit höherem Durchfluss Q betrieben wird.

5 Überströmventil für eine Hochdruckpumpe, Hochdruckpumpe und Verfahren zum  
Betrieb eines Überströmventils

Die Erfindung betrifft ein Überströmventil für eine Hochdruckpumpe, insbesondere in einem Kraftstoffeinspritzsystem, vorzugsweise in einem Common-Rail-Einspritzsystem, eine Hochdruckpumpe und ein Verfahren zum Betrieb eines Überströmventils nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

15 Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2013 208 707 A1 sind bereits ein Überströmventil für eine Kraftstoffhochdruckpumpe in einem Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere in einem Common-Rail-Einspritzsystem, und eine Hochdruckpumpe mit einem solchen Überströmventil bekannt. Das Überströmventil umfasst ein in einer Gehäusebohrung verschiebbar aufgenommenes Ventilelement zur Verbindung eines Ventileingangs mit wenigstens einem Ventilausgang sowie eine in einem Federraum aufgenommene Feder, deren Federkraft das Ventilelement in Richtung des Ventileingangs beaufschlagt. Dabei sind mehrere Ventilausgänge jeweils in Form einer radial in die Gehäusebohrung mündenden Bohrung vorgesehen, die zur Ausbildung eines mehrstufigen Überströmventils, umfassend wenigstens eine erste Stufe und eine zweite Stufe, unterschiedliche freie Strömungsquerschnitte besitzen und/oder in unterschiedlichen axialen Abständen zum Ventileingang angeordnet sind.

Dies hat zur Folge, dass auch der Durchfluss in den verschiedenen Stufen variiert. Der Durchfluss kann auf diese Weise an bestimmte Betriebsparameter der Hochdruckpumpe angepasst werden. Bei steigender Temperatur kann die über das Überströmventil abgeführte, vorzugsweise einem Rücklauf zugeführte Kraftstoffmenge erhöht werden, um beispielsweise eine verbesserte Wärmeabfuhr zu bewirken.

35

Offenbarung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Überströmventil mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass der mindestens eine Ventilausgang als Öffnung, insbesondere in Form einer, vorzugsweise radial, in die Gehäusebohrung mündenden Bohrung, einer Gehäusewand vorgesehen ist, dass das Ventilelement einen zum Ventileingang hin geöffneten Innenraum umfasst und dass das Ventilelement eine Drosselöffnung in einer Umwandlung des Innenraums umfasst, die in einem ersten Bereich der Position des Ventilelementes in der Gehäusebohrung einen Durchfluss aus dem Innenraum des Ventilelementes zum mindestens einen Ventilausgang in der Gehäusewand freigibt. Auf diese Weise kann ein Durchfluss aus dem Innenraum des Ventilelementes zum mindestens einen Ventilausgang in der Gehäusewand außerhalb des ersten Bereichs der Position des Ventilelementes in der Gehäusebohrung vermieden werden. Ein unnötiger Volumenstrom durch die Drosselöffnung wird somit verhindert. Somit kann in diesem Fall die Fördermenge einer vorgeschalteten Vorförderpumpe reduziert und deren Wirkungsgrad erhöht werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Überströmventils möglich.

Vorteilhaft ist es dabei, wenn die Querschnittsfläche der Drosselöffnung, vorzugsweise vom Innenraum des Ventilelementes, bis zur Gehäusebohrung, vorzugsweise stufenförmig, zunimmt. Auf diese Weise lässt sich die Ausdehnung des ersten Bereichs für die Position des Ventilelementes in der Gehäusebohrung auf einen gewünschten oder vorgegebenen Wertebereich einstellen bzw. ein gewünschter Bereich für den Öffnungsdruck des Überströmventils einstellen, in dem der erste Bereich für die Position des Ventilelementes in der Gehäusebohrung vorliegt.

Vorteilhaft ist weiterhin, wenn die Zunahme der Querschnittsfläche sowohl in Richtung zum Ventileingang als auch in Richtung zum Federraum ausgebildet ist. Auf diese Weise lässt sich die Drosselöffnung mit wenig Aufwand fertigen und der erste Bereich für die Position des Ventilelementes in der Gehäusebohrung einfach einstellen.

Die Fertigung der Drosselöffnung vereinfacht sich außerdem, wenn die Drosselöffnung in Form eines, insbesondere gestuften, Ringeinstichs am Ventilelement ausgebildet ist.

5 Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn der Abstand der Drosselöffnung an der dem Innenraum abgewandten Seite des Ventilelementes in axialer Richtung zum ventileingangsseitigen Ende des Ventilelementes mindestens so groß gewählt ist, dass er dem Durchmesser des mindestens einen Ventilausgangs der Gehäusewand in axialer Richtung entspricht. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass ein  
10 Durchfluss durch die Drosselöffnung gesperrt wird sobald das Ventilelement den mindestens einen Ventilausgang an seinem dem Federraum abgewandten Ende freigibt. Der Betrag der Fördermenge durch eine Vorförderpumpe kann so reduziert werden. Außerdem wird auf diese Weise der Wirkungsgrad der Vorförderpumpe erhöht.

15 Vorteilhaft ist weiterhin, wenn mehrere Ventilausgänge vorgesehen sind, die insbesondere in einer Radialebene und/oder in gleichem Winkelabstand zueinander angeordnet sind. Auf diese Weise wird eine gleichmäßige Durchströmung des Überströmventils erreicht. Der freie Strömungsquerschnitt der mehreren Ventilausgänge ist vorzugsweise jeweils gleich gewählt. Bei dem erfindungsgemäßen Überströmventil wird der Durchfluss bevorzugt durch die Anzahl der Ventilausgänge und/oder durch den freien Strömungsquerschnitt des mindestens einen Ventilausgangs festgelegt. Sofern mehrere Ventilausgänge vorgesehen sind, beträgt die Anzahl der Ventilausgänge vorzugsweise 2, 3 oder 4. Darüber hinaus  
20 können aber auch mehr als 4 Ventilausgänge vorgesehen sein.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn der durch die Drosselöffnung geschaffene freie Strömungsquerschnitt kleiner als der freie Strömungsquerschnitt des mindestens einen Ventilausgangs ist. Auf diese Weise lassen sich zwei Stufen des Durchflusses durch das Überströmventil einstellen, die sich in ihrer Durchflussmenge unterscheiden. In einer ersten Stufe mit dem geringeren freien Strömungsquerschnitt durch die Drosselöffnung lässt sich ein Druckregelbereich realisieren und in einer zweiten Stufe mit dem größeren freien Strömungsquerschnitt des mindestens einen Ventilausgangs ein Mengenregelbereich. Die angestrebte  
30 Erhöhung des Durchflusses in der zweiten Stufe lässt sich an einer Kennlinie des Überströmventils ablesen. Ein erfindungsgemäßes Überströmventil weist vor-

zugsweise eine Kennlinie auf, die zum Ende hin steil ansteigt. Der Durchfluss in der ersten Stufe ist vorzugsweise derart gewählt, dass eine Mengenbegrenzung erzielt wird.

5 Das vorgeschlagene Überströmventil öffnet demnach in mehreren Stufen, wobei in den mehreren Stufen die Anzahl und/oder der freie Strömungsquerschnitt des mit dem Ventileingang verbundenen mindestens einen Ventilausgangs variiert. Dies hat zur Folge, dass auch der Durchfluss in den verschiedenen Stufen variiert. Der Durchfluss kann auf diese Weise an bestimmte Betriebsparameter der Hochdruckpumpe angepasst werden. Bei steigender Temperatur kann die über  
10 das Überströmventil abgeführte, vorzugsweise einem Rücklauf zugeführte Kraftstoffmenge erhöht werden, um beispielsweise eine verbesserte Wärmeabfuhr zu bewirken.

15 Für den Druckregelbereich hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der freie Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung  $0,15\text{mm}^2$  bis  $0,5\text{mm}^2$  beträgt. Auf diese Weise wird außerdem eine Mengenbegrenzung in der ersten Stufe erzielt.

Um die Mengenbegrenzung in der zweiten Stufe weitgehend aufzuheben, wird  
20 ferner vorgeschlagen, dass der über den mindestens einen Ventilausgang geschaffene freie Strömungsquerschnitt  $3\text{mm}^2$  bis  $50\text{mm}^2$  beträgt. Auf diese Weise kann in der zweiten Stufe eine deutliche Erhöhung des Durchflusses bewirkt werden. Dies ermöglicht im Bedarfsfall eine schnelle Durchspülung und/oder Entlüftung der Hochdruckpumpe.

25 Für den Druckregelbereich hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der erste Bereich der Position des Ventilelements in der Gehäusebohrung bei einem Öffnungsdruck des Überströmventils in einem vorgegebenen Druckbereich, vorzugsweise zwischen  $1,0\text{bar}$  und  $4,0\text{bar}$ , vorliegt.

30 Vorteilhaft ist weiterhin, wenn das Ventilelement in einem zweiten Bereich seiner Position in der Gehäusebohrung den mindestens einen Ventilausgang an seinem dem Federraum abgewandten Ende zumindest teilweise freigibt. Auf diese Weise lässt sich die zweite Stufe des Durchflusses einfach und wenig aufwändig realisieren.  
35

Für den Mengenregelbereich hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der zweite Bereich der Position des Ventilelements in der Gehäusebohrung bei einem Öffnungsdruck des Überströmventils in einem vorgegebenen Druckbereich, insbesondere größer oder gleich 4,0 bar, vorzugsweise größer oder gleich 4,5 bar, vorliegt.

Vorteilhafterweise ist im Betrieb der Hochdruckpumpe der Federraum des Überströmventils überwiegend frei von flüssigem Kraftstoff. Dadurch ist sichergestellt, dass die Beweglichkeit des Ventilelements nicht eingeschränkt wird. Das Überströmventil weist somit eine hohe Dynamik und Funktionssicherheit auf.

Als Vorteil ergibt sich dabei, wenn das Ventilelement den Federraum gegenüber dem Ventileingang abdichtet. Dass eine geringe Leckagemenge am Ventilelement vorbei in den Federraum gelangt, wird in Kauf genommen. Zum Abführen der Leckagemenge ist vorzugsweise der Federraum über eine Bohrung an eine Rücklaufleitung angeschlossen.

Ferner wird vorgeschlagen, dass das Ventilelement kolbenförmig ausgebildet ist. Ein solches Ventilelement ist einfach und kostengünstig herstellbar. Alternativ oder ergänzend wird vorgeschlagen, dass das Ventilelement an seinem dem Ventileingang zugewandten Ende eine ringförmige Steuerkante besitzt. Die Lage der Steuerkante in Bezug auf den mindestens einen Ventilausgang bestimmt den freien Strömungsquerschnitt des mindestens einen Ventilausgangs und damit den Ventildurchfluss in der zweiten Stufe.

Die darüber hinaus vorgeschlagene Hochdruckpumpe umfasst ein erfindungsgemäßes Überströmventil. Das Überströmventil ist hierbei in einem Niederdruckbereich der Hochdruckpumpe angeordnet. Vorzugsweise verbindet das Überströmventil einen Triebwerksraum der Hochdruckpumpe mit einer Rücklaufleitung.

Das darüber hinaus vorgeschlagene Verfahren zum Betrieb eines, insbesondere erfindungsgemäßen, Überströmventils sieht einen Betrieb in mindestens zwei Stufen mit unterschiedlichem Durchfluss  $Q$  vor, wobei das Überströmventil in einer Hochdruckpumpe eines Kraftstoffeinspritzsystems einer Brennkraftmaschine angeordnet ist und ein Zulaufdruck des Überströmventils durch eine Vorförderpumpe eingestellt wird und wobei abhängig vom Zulaufdruck das Überströmventil

in einer ersten Stufe mit geringerem Durchfluss  $Q$  oder in einer zweiten Stufe mit höherem Durchfluss  $Q$  betrieben wird.

5 Erfindungsgemäß wird der Zulaufdruck abhängig von einer Motordrehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine, einem Kraftstoffdruck  $p$  in einem von der Hochdruckpumpe mit Kraftstoff versorgten Hochdruckspeicher und/oder einer Kraftstofftemperatur  $T$ , insbesondere im Hochdruckspeicher, in einem Triebwerksraum der Hochdruckpumpe oder in einer Rücklaufleitung der Hochdruckpumpe, eingestellt.

10 Auf diese Weise kann die erste Stufe oder die zweite Stufe gezielt je nach Belastung der Brennkraftmaschine eingestellt werden. In den häufigsten Fällen der Belastung der Brennkraftmaschine reicht ein Betrieb des Überströmventils in der ersten Stufe aus, so dass die Vorförderpumpe auf einen entsprechend geringeren Zulaufdruck und damit eine geringere Fördermenge zur Einstellung der ersten Stufe des Überströmventils eingestellt werden kann. Somit wird Energie beim  
15 Betrieb der Vorförderpumpe eingespart, deren Wirkungsgrad erhöht und die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert.

Durch die abhängigen Verfahrensansprüche werden vorteilhafte Weiterbildungen  
20 und Verbesserungen bewirkt.

Vorteilhaft ist es, wenn der Zulaufdruck zum Betrieb des Überströmventils in der ersten Stufe für eine Motordrehzahl  $n$  unterhalb eines vorgegebenen Motordrehzahlgrenzwertes, eine Kraftstofftemperatur  $T$  unterhalb eines vorgegebenen  
25 Temperaturgrenzwertes und/oder eines Kraftstoffdruckes  $p$  unterhalb eines vorgegebenen Druckgrenzwertes eingestellt wird und wenn andernfalls ein Zulaufdruck zum Betrieb des Überströmventils in der zweiten Stufe eingestellt wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass das Überströmventil in einem möglichst großen Betriebsbereich in der ersten Stufe und damit kraftstoffsparend betrieben  
30 werden kann und die zweite Stufe des Überströmventils nur dann angesteuert wird, wenn es die Kühlung des Triebwerksraums der Hochdruckpumpe wirklich erfordert.

Als vorteilhafter Wertebereich für den Motordrehzahlgrenzwert im Hinblick auf die  
35 Abgrenzung zwischen notwendiger Kühlung des Triebwerksraums einerseits und möglichst großer Kraftstoffeinsparung andererseits hat sich ein Bereich von

1500rpm bis 3500rpm, vorzugsweise ein Bereich von 2500rpm bis 3000rpm, herausgestellt.

5 Als vorteilhafter Wertebereich für den Kraftstofftemperaturgrenzwert im Hinblick auf die Abgrenzung zwischen notwendiger Kühlung des Triebwerksraums einerseits und möglichst großer Kraftstoffeinsparung andererseits hat sich ein Bereich von 60°C bis 75°C, vorzugsweise ein Bereich von 65°C bis 70°C, herausgestellt.

10 Als vorteilhafter Wertebereich für den Kraftstoffdruckgrenzwert im Hinblick auf die Abgrenzung zwischen notwendiger Kühlung des Triebwerksraums einerseits und möglichst großer Kraftstoffeinsparung andererseits hat sich ein Bereich von 1400bar bis 1800bar, vorzugsweise ein Bereich von 1500bar bis 1700bar, herausgestellt.

15 Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

- 20 Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem schematisch dargestellten Kraftstoffeinspritzsystem mit einem Schnitt durch eine Hochdruckpumpe mit einem erfindungsgemäßen Überströmventil,
- Fig. 2 einen Schnitt durch das Überströmventil der Hochdruckpumpe der Fig. 1 in einem ersten Betriebszustand,
- 25 Fig. 3 einen Schnitt durch das Überströmventil der Hochdruckpumpe der Fig. 1 in einem zweiten Betriebszustand,
- Fig. 4 einen Schnitt durch das Überströmventil der Hochdruckpumpe der Fig. 1 in einem dritten Betriebszustand,
- 30 Fig. 5 ein Diagramm zur Darstellung der Kennlinie eines erfindungsgemäßen Überströmventils.
- 35 Fig. 6 einen Ablaufplan für ein erstes Beispiel eines Betriebs eines zweistufigen Überströmventils und

Fig. 7 einen Ablaufplan für ein zweites Beispiel eines Betriebs eines zweistufigen Überströmventils.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

5

Eine in der Figur 1 dargestellte Hochdruckpumpe 105 umfasst ein Gehäuse 12 mit einem Triebwerksraum 9, in dem eine Antriebswelle 13 mit einem Nocken 14 aufgenommen ist. An dem Nocken 14 ist mittelbar über einen Rollenstößel 15 ein Pumpenkolben 16 abgestützt. Das dem Nocken 14 abgewandte Ende des Pumpenkolbens 16 ist in einer Zylinderbohrung 17 des Gehäuses 12 aufgenommen, so dass der Pumpenkolben 16 einen Pumpenarbeitsraum 18 begrenzt. Der Pumpenarbeitsraum 18 ist über ein Einlassventil 19 mit einem Kraftstoffzulauf 20 und über ein Auslassventil 21 mit einem Hochdruckspeicher 110 verbindbar. Im Saugbetrieb der Hochdruckpumpe 105 wird der Pumpenarbeitsraum 18 über das Einlassventil 19 mit Kraftstoff befüllt. Im Förderbetrieb der Hochdruckpumpe 105 wird der Kraftstoff im Pumpenarbeitsraum 18 verdichtet und anschließend dem Hochdruckspeicher 110 zugeführt.

10

15

20

25

In das Gehäuse 12 der Hochdruckpumpe 105 ist ein Überströmventil 11 integriert, über welches der Triebwerksraum 9 mit einer Rücklaufleitung 10 verbindbar ist. Auf diese Weise kann das Überströmventil 11 zur Druck- und Mengenregelung im Triebwerksraum 9 eingesetzt werden. Ferner ermöglicht das Überströmventil 11 den Ausgleich von Druckpulsationen. Denn es umfasst ein in einer Gehäusebohrung 1 verschiebbar aufgenommenes Ventilelement 2, das in Schließrichtung von der Federkraft einer Feder 7 beaufschlagt ist und somit in der Lage ist, zumindest einen Teil der Volumenunförmigkeit des Triebwerksraums 9 aufzunehmen.

30

Triebwerksraum 9 und Überströmventil 11 sind in einem Niederdruckbereich der Hochdruckpumpe 105 angeordnet.

35

Die Hochdruckpumpe 105 kann beispielsweise in einem Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere in einem Common-Rail-Einspritzsystem, Verwendung finden. In diesem Fall wird der über das Einlassventil 19 angesaugte Kraftstoff von einer Vorförderpumpe 70 zur Verfügung gestellt. Ein anderer Teil des von der Vorförderpumpe 70 zur Verfügung gestellten Kraftstoffs wird zudem über einen Einlass

65 des Gehäuses 12 der Hochdruckpumpe 105 dem Triebwerksraum 9 zugeführt. Dort soll er die im Triebwerksraum 9 angeordneten Komponenten der Hochdruckpumpe 105 kühlen und schmieren. Der dem Triebwerksraum 9 zugeführte Kraftstoff übt über einen Ventileingang 3 einen Öffnungsdruck auf das  
5 Ventilelement 2 aus.

Figur 2 zeigt das Überströmventil 11 in einem ersten Betriebszustand. Dabei kennzeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente wie in Figur 1. Das Ventilelement 2 ist dabei als Ventilkolben ausgebildet, der einen Innenraum 30 um-  
10 fasst. Der Innenraum 30 ist dabei lediglich zum Ventileingang 3 des Überströmventils 11 hin geöffnet. Der Ventilkolben 2 ist somit als Hohlzylinder ausgebildet, der den Ventileingang 3 des Überströmventils 11 gegen einen die Feder 7 aufnehmenden Federraum 6 abdichtet. Dabei ist eine rohrförmige Umwandung des Ventilkolbens 2 in Figur 2 mit dem Bezugszeichen 35 gekennzeichnet. Ein den  
15 Federraum 6 begrenzender Boden des Ventilkolbens 2 trägt das Bezugszeichen 40. Die Umwandung 35 weist eine Drosselöffnung 4 in ihrem dem Ventileingang 3 zugewandten Bereich auf. Die Drosselöffnung 4 kann dabei beispielsweise als Ringeinstich am Ventilkolben 2 ausgebildet sein und damit einen Teil der Umwandung 35 ringförmig umlaufen. Der Ringeinstich ist vorteilhaft äquidistant zum  
20 Boden 40 in einer Radialebene des Ventilkolbens 2 angeordnet.

Zusätzlich oder alternativ kann die Drosselöffnung 4 auch mehrere voneinander getrennte Einstiche in Ringform aufweisen, die ebenfalls vorteilhaft äquidistant von der Ebene des Bodens 40 angeordnet sind. Die Drosselöffnung 4 kann zu-  
25 sätzlich oder alternativ auch eine oder mehrere Bohrungen, vorteilhaft äquidistant zur Ebene des Bodens 40 in einer Radialebene des Ventilkolbens 2, umfassen.

In einer bevorzugten Ausführungsform und wie in Figur 2 dargestellt nimmt die Querschnittsfläche der Drosselöffnung 4 vom Innenraum 30 des Ventilkolbens 2 bis zur Gehäusebohrung 1, vorzugsweise stufenförmig, zu. Die Zunahme der Querschnittsfläche ist entsprechend dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 sowohl in Richtung zum Ventileingang 3 als auch in Richtung zum Federraum 6 ausgebildet. Sie könnte alternativ auch nur in einer der beiden Richtungen ausgebildet sein. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Drosselöffnung 4 innerhalb der Umwandung 35 derart angeordnet ist, dass ihre Querschnittsfläche sowohl in Richtung der Gehäusebohrung 1 als auch in Richtung des Innenraums 30  
35

des Ventilkolbens 2 zunimmt. Natürlich kann alternativ auch eine konstante Querschnittsfläche der Drosselöffnung 4 vom Innenraum 30 bis zur Gehäusebohrung 1 in der Umwandlung 35 vorgesehen sein.

5 Die Gehäusebohrung 1 umfasst mindestens einen Ventilausgang 5. Der mindestens eine Ventilausgang 5 ist als Öffnung einer Gehäusewand 25 der Gehäusebohrung 1 vorgesehen und mit der Rücklaufleitung 10 verbunden. Die Öffnung kann beispielsweise in Form einer, vorzugsweise radial, in die Gehäusebohrung 1 mündenden Bohrung, der Gehäusewand 25 vorgesehen sein. Alternativ  
10 kann die Öffnung auch als Ringeinstich in der Gehäusewand 25 der Gehäusebohrung 1 vorgesehen sein. Der Ringeinstich ist vorteilhaft äquidistant zur Ebene des Ventileingangs 3 in einer Radialebene der Gehäusebohrung 1 angeordnet.

15 In einem weiteren Ausführungsbeispiel sind mehrere Ventilausgänge 5 vorgesehen, die insbesondere in einer Radialebene und/oder in gleichem Winkelabstand zueinander angeordnet sind.

20 Mindestens einer der Ventilausgänge 5 kann dabei in der beschriebenen Form als Bohrung ausgebildet sein. Zusätzlich oder alternativ kann mindestens einer der Ventilausgänge 5 in der beschriebenen Form als Ringeinstich ausgebildet sein.

25 Der durch die Drosselöffnung 4 geschaffene freie Strömungsquerschnitt wird vorteilhafterweise kleiner als der freie Strömungsquerschnitt des mindestens einen Ventilausgangs 5 gewählt.

30 Als vorteilhaft hat sich erwiesen, dass der freie Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 4  $0,15\text{mm}^2$  bis  $0,5\text{mm}^2$  beträgt. Weiterhin hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass der über den mindestens einen Ventilausgang 5 geschaffene freie Strömungsquerschnitt  $3\text{mm}^2$  bis  $50\text{mm}^2$  beträgt.

35 Im Betrieb wird der Ventilkolben 2 durch den im Triebwerksraum 9 herrschenden Zulaufdruck des Kraftstoffs entgegen der Federkraft der Feder 7 gedrückt und in die Gehäusebohrung 1 hineingeschoben. Je größer der Zulaufdruck, umso weiter wird der Ventilkolben 2 in die Gehäusebohrung 1 gegen die Feder 7 geschoben.

Dabei ist der Ventilkolben 2 aufgrund seiner Eigenschaft als Hohlzylinder mit Kraftstoff gefüllt.

5 Sobald die Drosselöffnung 4 in den Bereich des mindestens einen Ventilausgangs 5 gelangt, gibt sie einen Durchfluss aus dem Innenraum 30 des Ventilkolbens 2 zum mindestens einen Ventilausgang 5 frei. Dadurch kann Kraftstoff vom Ventileingang 3 über die Drosselöffnung 4 und den mindestens einen Ventilausgang 5 in die Rücklaufleitung 10 abfließen.

10 Solange sich der Ventilkolben 2 in einer Position innerhalb der Gehäusebohrung 1 befindet, in der die Drosselöffnung 4 mit dem mindestens einen Ventilausgang 5 korrespondiert, um einen Durchfluss von Kraftstoff vom Ventileingang 3 zum mindestens einen Ventilausgang 5 zu bewirken, befindet sich der Ventilkolben 2 in einem ersten Bereich seiner Position in der Gehäusebohrung 1. In diesem ersten Bereich der Position des Ventilkolbens 2 arbeitet das Überströmventil 11 in  
15 einer ersten Stufe.

In der ersten Stufe wird die Durchflussmenge zwischen dem Ventileingang 3 und dem mindestens einen Ventilausgang 5 durch den im Vergleich zum mindestens  
20 einen Ventilausgang 5 geringeren freien Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 4 bestimmt. Dadurch lässt sich zum einen eine Mengengrenzung und zum zweiten ein Druckregelbereich realisieren.

25 Der erste Bereich der Position des Ventilkolbens 2 in der Gehäusebohrung 1 wird definiert durch die Aufweitung der Querschnittsfläche der Drosselöffnung 4 an ihrem gehäusebohrungsseitigen Ende. Je größer die Aufweitung, desto größer der erste Bereich. Da die Einstellung der Position des Ventilkolbens 2 mit dem Zulaufdruck korrespondiert, ist dem ersten Bereich der Position des Ventilkolbens 2 ein entsprechender Druckbereich des Zulaufdrucks oder Öffnungsdrucks des  
30 Überströmventils 11 zugeordnet.

Dabei liegt gemäß einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel der erste Bereich der Position des Ventilkolbens 2 in der Gehäusebohrung 1 bei Verwendung einer  
35 entsprechend eingestellten Feder 7 bei einem Öffnungsdruck des Überströmventils 11 in einem vorgegebenen Druckbereich, vorzugsweise zwischen 1,0 bar und 4,0 bar, vor.

Figur 2 zeigt das Überströmventil 11 in seiner ersten Stufe im ersten Betriebszustand, in dem die Drosselöffnung 4 den Durchfluss durch den mindestens einen Ventilausgang 5 gerade freigegeben hat.

5

Figur 3, in der gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente kennzeichnen wie in Figur 2, zeigt das Überströmventil 11 in seiner ersten Stufe in einem zweiten Betriebszustand, in dem die Drosselöffnung 4 den Durchfluss durch den mindestens einen Ventilausgang 5 gerade noch freigibt, kurz bevor es bei weiterer Erhöhung des Öffnungsdruckes die Drosselöffnung 4 wieder verschließt.

10

In beiden Figuren 2 und 3 ist der Kraftstofffluss vom Ventileingang 3 zum mindestens einen Ventilausgang 5 durch Pfeile eingetragen.

15

In Figur 4 ist das Überströmventil 11 in einem dritten Betriebszustand dargestellt. In Figur 4 kennzeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente wie in Figur 3. Gemäß dem dritten Betriebszustand wurde der Öffnungsdruck des Überströmventils 11 gegenüber dem zweiten Betriebszustand weiter auf über 4,0 bar, vorzugsweise mindestens 4,5bar, erhöht. Dadurch wurde die Drosselöffnung 4 verschlossen und der Ventilkolben 2 so weit in die Gehäusebohrung 1 gegen die Kraft der Feder 7 hineingeschoben, bis eine ringförmige Steuerkante 8 des Ventilkolbens 2 eine den mindestens einen Ventilausgang 5 zum Ventileingang 3 hin begrenzende Kante überfahren hat. Voraussetzung dafür ist, dass der Abstand 45 der Drosselöffnung 4 an der dem Innenraum 30 abgewandten Seite des Ventilkolbens 2 in axialer Richtung des Überströmventils 11 zum ventileingangsseitigen Ende des Ventilkolbens 2 mindestens so groß gewählt ist, dass er dem Durchmesser des mindestens einen Ventilausgangs 5 der Gehäusewand 25 in axialer Richtung entspricht. Somit wird gewährleistet, dass der mindestens eine Ventilausgang 5 erst dann vom Ventilkolben 2 freigegeben werden kann, wenn die Drosselöffnung 4 bereits verschlossen ist. Um dies sicherzustellen, sollte der genannte Abstand 45 größer als der Durchmesser des mindestens einen Ventilausgangs 5 der Gehäusewand 25 in axialer Richtung gewählt werden, wie in den Figuren 2, 3 und 4 dargestellt.

20

25

30

35

Auf diese Weise wird sichergestellt, dass ein Durchfluss durch die Drosselöffnung 4 gesperrt ist wenn der Ventilkolben 2 den mindestens einen Ventilausgang

5 an seinem dem Federraum 6 abgewandten Ende freigibt. Der Betrag der Fördermenge durch eine Vorförderpumpe 70 kann so reduziert werden.

5 Wenn der Ventilkolben 2 wie in Figur 4 dargestellt den mindestens einen Ventilausgang 5 zumindest teilweise freigibt und damit einen Durchfluss von Kraftstoff vom Ventileingang 3 direkt durch den mindestens einen Ventilausgang 5 ermöglicht, dann arbeitet das Überströmventil 11 in einer zweiten Stufe und der Ventilkolben nimmt einen zweiten Bereich seiner Position in der Gehäusebohrung 1 ein. Dabei ist diesem zweiten Bereich der Position des Ventilkolbens 2 ein  
10 Öffnungsdruck des Überströmventils 11 in einem vorgegebenen Druckbereich abhängig von der Federcharakteristik der verwendeten Feder 7 und dem gewählten Abstand 45 zugeordnet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es ein Öffnungsdruck größer oder gleich 4,0bar, vorzugsweise größer oder gleich 4,5 bar.

15 In Figur 4 ist wieder der Kraftstofffluss vom Ventileingang 3 zum mindestens einen Ventilausgang 5 durch Pfeile dargestellt.

In der zweiten Stufe kann das Überströmventil zur Mengenregelung eingesetzt werden.

20

Da der freie Strömungsquerschnitt des mindestens einen Ventilausgangs 5 erheblich größer gewählt ist, als der freie Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 4, ergibt sich in der zweiten Stufe eine erheblich größere Durchflussmenge vom Ventileingang 3 zum mindestens einen Ventilausgang 5 als in der ersten Stufe.

25

Das vorgeschlagene Überströmventil 11 öffnet demnach in zwei Stufen, wobei in den beiden Stufen der freie Strömungsquerschnitt des Überströmventils 11 wie beschrieben variiert. Dies hat zur Folge, dass auch der Durchfluss in den verschiedenen Stufen variiert. Der Durchfluss kann auf diese Weise an bestimmte  
30 Betriebsparameter der Hochdruckpumpe 105, wie Kraftstoffdruck, Motordrehzahl, Kraftstofftemperatur, usw. angepasst werden. Bei steigender Kraftstofftemperatur kann die über das Überströmventil 11 abgeführte, vorzugsweise der Rücklaufleitung 10 zugeführte Kraftstoffmenge erhöht werden, um beispielsweise eine verbesserte Wärmeabfuhr zu bewirken.

35

Der Durchfluss des Überströmventils 11 kann in der ersten Stufe - bei einem Druck von beispielsweise knapp unter 4,0 bar 30 l/h betragen. Wird das Überströmventil 11 weiter geöffnet, gibt der Ventilkolben 2 nach Verschließen der Drosselöffnung 4 den mindestens einen Ventilausgang 5 über seine Steuerkante 8 zumindest teilweise frei, so dass die zweite Stufe eingestellt wird. Durch die so bewirkte direkte Verbindung des mindestens einen Ventilausgangs 5 mit dem Ventileingang 3 kann aufgrund des größeren einstellbaren freien Strömungsquerschnitts des mindestens einen Ventilausgangs 5 der Durchfluss deutlich erhöht werden. Beispielsweise kann der Gesamtdurchfluss in der zweiten Stufe - bei einem Druck von 5,0 bar - 200 l/h betragen.

Über die Federkraft der Feder 7, die in dem Federraum 6 aufgenommen ist, ist der Öffnungsdruck des Überströmventils 11 einstellbar. Der Öffnungsdruck in der ersten Stufe kann beispielsweise 2,5 bar und in der zweiten Stufe beispielsweise 4,5 bar betragen.

In der Figur 5 ist eine mögliche Kennlinie 60 des erfindungsgemäßen Überströmventils 11 dargestellt. Die Kennlinie 60 zeigt den Durchfluss  $Q$  durch das Überströmventil 11 vom Ventileingang 3 zum mindestens einen Ventilausgang 5 in Abhängigkeit vom Öffnungsdruck  $dp$ . In einem ersten Abschnitt bis zu einem ersten Öffnungsdruck  $dp_1$  von beispielsweise 1,0 bar weist die Kennlinie 60 einen sehr flachen Verlauf auf. In diesem Abschnitt ist das Überströmventil 11 geschlossen und lediglich eine geringe Leckagemenge vermag am Ventilkolben 2 vorbei in die Rücklaufleitung 10 abzufließen.

Mit Übersteigen des Öffnungsdrucks der ersten Stufe, nämlich des ersten Öffnungsdruckes  $dp_1$ , steigt der Durchfluss  $Q$  erstmalig deutlich an. Jetzt befindet sich der Ventilkolben 2 im ersten Bereich seiner Position in der Gehäusebohrung 1. Der Verlauf der Kennlinie 60 hängt in der ersten Stufe von der konkreten Ausgestaltung der ersten Stufe, insbesondere von der Öffnungsanzahl und/oder dem freien Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 4 ab. Aufgrund des im Vergleich zum freien Strömungsquerschnitt des mindestens einen Ventilausgangs 5 erheblich kleineren freien Strömungsquerschnitts der Drosselöffnung 4 ist der Durchfluss in der ersten Stufe im Vergleich zur zweiten Stufe deutlich begrenzt. Aufgrund des erfindungsgemäßen Schließens der Drosselöffnung 4 vor Erreichen des Öffnungsdruckes für die zweite Stufe geht der Durchfluss  $Q$  mit Erreichen ei-

nes zweiten Öffnungsdruckes  $dp_2$  von beispielsweise 4,0 bar, zu dem die Drosselöffnung 4 wieder verschlossen wird, bis auf einen kleinen Leckagedurchfluss zurück. Ferner kann der Durchfluss von Kraftstoff vom Ventileingang 3 zum mindestens einen Ventilausgang 5 in der ersten Stufe abhängig vom Grad der Aufweitung der Querschnittsfläche der Drosselöffnung 4 an ihrem gehäusebohrungsseitigen Ende über einen gewünschten Bereich des Öffnungsdruckes weitgehend konstant gehalten werden, wie ebenfalls aus dem Verlauf der Kennlinie 60 zwischen den beiden Öffnungsdrücken  $dp_1$  und  $dp_2$  in Figur 5 hervorgeht.

Eine signifikante Erhöhung des Durchflusses  $Q$  wird jedoch erst mit Überschreiten des Öffnungsdruckes der zweiten Stufe, nämlich eines dritten Öffnungsdruckes  $dp_3$  von beispielsweise 4,5bar erreicht. In diesem Abschnitt steigt die Kennlinie 60 steil an. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der einstellbare freie Strömungsquerschnitt des mindestens einen Ventilausgangs 5 deutlich größer ist als der freie Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung 4. Mit vollständiger Freigabe des mindestens einen Ventilausgangs 5 durch die Steuerkante 8 des Ventilkolbens 2 wird der freie Strömungsquerschnitt des mindestens einen Ventilausgangs 5 vollständig für den Kraftstoffdurchfluss zur Verfügung gestellt, der wie beschrieben beispielhaft zwischen  $3\text{mm}^2$  und  $50\text{mm}^2$  je nach Ausgestaltung des mindestens einen Ventilausgangs 5 gewählt ist.

In einer alternativen nicht dargestellten Ausführungsform kann es auch vorgesehen sein, dass der Abstand 45 der Drosselöffnung 4 an der dem Innenraum 30 abgewandten Seite des Ventilkolbens 2 in axialer Richtung des Überströmventils 11 zum ventileingangsseitigen Ende des Ventilkolbens 2 kleiner gewählt ist als der Durchmesser des mindestens einen Ventilausgangs 5 der Gehäusewand 25 in axialer Richtung. In diesem Fall wird ein Durchfließen der Drosselöffnung 4 mit Kraftstoff über den mindestens einen Ventilausgang 5 zur Rücklaufleitung 10 während der zumindest teilweisen Freigabe des mindestens einen Ventilausgangs 5 durch den Ventilkolben 2 nicht verhindert, so dass sich die erste Stufe und die zweite Stufe zumindest in einem Bereich des Öffnungsdruckes überlagern. Auf diese Weise kann der Rückgang des Durchflusses  $Q$  beim Übergang von der ersten Stufe zur zweiten Stufe gemäß der Kennlinie 60 nach Figur 5 zumindest teilweise vermieden werden, was in Figur 5 gestrichelt und mit dem Bezugszeichen 50 angedeutet ist. Der Abstand 45 kann somit im Zusammenspiel mit der verwendeten Feder 7 und den damit verbundenen Öffnungsdrücken zum

Erreichen der jeweiligen Stufe des Überströmventils 11 je nach gewünschtem Kennlinienverlauf entsprechend eingestellt werden.

5 Das zweistufig arbeitende Überströmventil 11 ermöglicht beim Betrieb der Hochdruckpumpe 105 eine kombinierte Druck-/Mengenregelung. Bei Einsatz der Hochdruckpumpe 105 in einem Common-Rail-Einspritzsystem wird in der ersten Stufe bei geringen Belastungen der mit der Hochdruckpumpe 105 mit Kraftstoff versorgten Brennkraftmaschine eine Druckregelung durchgeführt. Betriebspunkte der Brennkraftmaschine für deren Belastung können abhängig von der Motor-  
10 drehzahl  $n$ , der Kraftstofftemperatur  $T$  im Triebwerksraum 9 oder im Hochdruckspeicher oder in der Rücklaufleitung 10 und dem Kraftstoffdruck  $p$  im Hochdruckspeicher mit Hilfe geeigneter und dem Fachmann bekannter Sensorik identifiziert werden, die schematisch in Figur 1 in Form eines Drehzahlsensors 85, eines Temperatursensors 90 und eines Drucksensors 95 dargestellt ist.

15 Bei geringen Belastungen der Brennkraftmaschine, gekennzeichnet durch niedrige Motordrehzahl  $n$ , niedrige Kraftstofftemperatur  $T$  und/oder geringen Kraftstoffdruck  $p$  reicht in der Regel ein mäßiger und konstanter Kraftstoffkühlstrom im Triebwerksraum 9 aus, um die Pumpe zu kühlen. Dazu kann das Überströmventil  
20 11 in der ersten Stufe betrieben werden.

Bei hohen Belastungen der Brennkraftmaschine, also bei hoher Motordrehzahl  $n$ , hohem Kraftstoffdruck  $p$  und/oder hoher Kraftstofftemperatur  $T$  eignet sich die Mengenregelung in der zweiten Stufe des Überströmventils 11, die einen maximalen Kraftstoffkühlstrom ermöglicht.  
25

Auf diese Weise wird eine Vollausslastung der Vorförderpumpe 70 in der ersten Stufe des Überströmventils 11 vermieden und damit eine günstigere CO<sub>2</sub>-Bilanz erreicht.  
30

Zum Betrieb des Überströmventils 11 in der ersten Stufe oder in der zweiten Stufe wird die Vorförderpumpe 70 entsprechend wie in Figur 1 dargestellt mittels einer Steuerung 80 angesteuert, um den für den Betrieb in der ersten Stufe oder in der zweiten Stufe erforderlichen Zulauf- bzw. Öffnungsdruck des Überströmventils 11 bereit zu stellen. Dazu sind der Steuerung 80 die Signale des Dreh-  
35 zahlsensors 85, des Temperatursensors 90 und des Drucksensors 95 wie in Fi-

gur 1 dargestellt zugeführt. Der Drehzahlsensor 85 misst in dem Fachmann bekannter Weise die Motordrehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine. Der Temperatursensor 90 ist im Triebwerksraum 9, im Hochdruckspeicher 110 oder in der Rücklaufleitung 10 angeordnet und misst die dortige Kraftstofftemperatur  $T$ . Der Drucksensor 95 ist im oder an dem Hochdruckspeicher 110 angeordnet und misst den Kraftstoffdruck  $p$  im Hochdruckspeicher 110. Der Einfachheit und Übersichtlichkeit halber sind die Sensoren 85, 90, 95 in Figur 1 nicht an ihrem tatsächlichen Ort sondern lediglich als vorhandene Signalgeber der Steuerung 80 schematisch dargestellt.

So kann die Vorförderpumpe 70 beispielsweise derart angesteuert werden, dass sie den für den Betrieb des Überströmventils 11 in der ersten Stufe erforderlichen Zulaufdruck bei Kraftstofftemperaturen  $T$  unterhalb eines vorgegebenen Temperaturgrenzwertes und den für den Betrieb in der zweiten Stufe erforderlichen Zulaufdruck bei Kraftstofftemperaturen  $T$  größer oder gleich dem vorgegebenen Temperaturgrenzwert einstellt. Der Temperaturgrenzwert kann je nach Anwendung geeignet appliziert und bspw. im Bereich zwischen  $60^{\circ}\text{C}$  und  $75^{\circ}\text{C}$ , vorteilhaft zwischen  $65^{\circ}\text{C}$  und  $70^{\circ}\text{C}$ , gewählt werden.

Zusätzlich oder alternativ kann die Vorförderpumpe 70 beispielsweise derart angesteuert werden, dass sie den für den Betrieb des Überströmventils 11 in der ersten Stufe erforderlichen Zulaufdruck bei Motordrehzahlen  $n$  unterhalb eines vorgegebenen Motordrehzahlgrenzwertes und den für den Betrieb in der zweiten Stufe erforderlichen Zulaufdruck bei Motordrehzahlen  $n$  größer oder gleich dem vorgegebenen Motordrehzahlgrenzwert einstellt. Der Motordrehzahlgrenzwert kann je nach Anwendung geeignet appliziert und bspw. im Bereich zwischen 1500rpm und 3500rpm, vorteilhaft zwischen 2500rpm und 3000rpm, gewählt werden.

Zusätzlich oder alternativ kann die Vorförderpumpe 70 beispielsweise derart angesteuert werden, dass sie den für den Betrieb des Überströmventils 11 in der ersten Stufe erforderlichen Zulaufdruck bei Kraftstoffdrücken  $p$  unterhalb eines vorgegebenen Druckgrenzwertes und den für den Betrieb in der zweiten Stufe erforderlichen Zulaufdruck bei Kraftstoffdrücken  $p$  größer oder gleich dem vorgegebenen Druckgrenzwert einstellt. Der Druckgrenzwert kann je nach Anwendung

geeignet appliziert und bspw. im Bereich zwischen 1400bar und 1800bar, vorteilhaft zwischen 1500bar und 1700bar, gewählt werden.

5 Als eine Applikation, die einerseits sicherstellt, dass sich der erforderliche Kraftstoffkühlstrom im Triebwerksraum 9 einstellt und andererseits einen möglichst großen Betriebsbereich der Vorförderpumpe 70 mit reduzierter Förderleistung, d.h. Betrieb des Überströmventils 11 in seiner erste Stufe gewährleistet, hat sich folgendes ergeben:

10 Einstellung eines Zulaufdrucks durch die Vorförderpumpe 70 zum Betrieb des Überströmventils 11 in der ersten Stufe für eine Motordrehzahl  $n$  unterhalb des vorgegebenen Motordrehzahlgrenzwertes, eine Kraftstofftemperatur  $T$  unterhalb des vorgegebenen Temperaturgrenzwertes oder einen Kraftstoffdruck  $p$  unterhalb des vorgegebenen Druckgrenzwertes und andernfalls Einstellung eines Zu-

15 laufdruckes durch die Vorförderpumpe 70 zum Betrieb des Überströmventils 11 in der zweiten Stufe.

In Figur 6 ist anhand eines Ablaufplans ein erstes Beispiel eines Betriebs des zweistufigen Überströmventils 11 mittels der Steuerung 80 über die Vorförderpumpe 70 dargestellt, der diese Applikation veranschaulicht.

20

Nach dem Start des Programms wird die Vorförderpumpe 70 bei einem Programmpunkt 150 von der Steuerung 80 derart angesteuert, dass sie einen Zulaufdruck zum Betrieb des Überströmventils 11 in der zweiten Stufe liefert. Somit ist sichergestellt, dass zu Beginn des Programmlaufs ein ausreichender Kraftstoffkühlstrom vorliegt. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 200 verzweigt.

25

Bei Programmpunkt 200 wird die Motordrehzahl  $n$  mittels des Drehzahlsensors 85 erfasst. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 205 verzweigt.

30

Bei Programmpunkt 205 prüft die Steuerung 80, ob die erfasste Motordrehzahl  $n$  kleiner als der vorgegebene Motordrehzahlgrenzwert ist. Ist dies der Fall, wird zu einem Programmpunkt 235 verzweigt. Andernfalls wird zu einem Programmpunkt 210 verzweigt.

35

Bei Programmpunkt 210 wird die Kraftstofftemperatur  $T$  mittels des Temperatursensors 90 erfasst. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 215 verzweigt.

5 Bei Programmpunkt 215 prüft die Steuerung 80, ob die erfasste Kraftstofftemperatur  $T$  kleiner als der vorgegebene Temperaturgrenzwert ist. Ist dies der Fall, wird zu Programmpunkt 235 verzweigt. Andernfalls wird zu einem Programmpunkt 220 verzweigt.

10 Bei Programmpunkt 220 wird der Kraftstoffdruck  $p$  mittels des Drucksensors 95 erfasst. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 225 verzweigt.

15 Bei Programmpunkt 225 prüft die Steuerung 80, ob der erfasste Kraftstoffdruck  $p$  kleiner als der vorgegebene Druckgrenzwert ist. Ist dies der Fall, wird zu Programmpunkt 235 verzweigt. Andernfalls wird zu einem Programmpunkt 230 verzweigt.

20 Bei Programmpunkt 230 wird die Vorförderpumpe 70 von der Steuerung 80 derart angesteuert, dass sie einen Zulaufdruck zum Betrieb des Überströmventils 11 in der zweiten Stufe liefert. Anschließend wird zu Programmpunkt 200 zurückverzweigt.

25 Bei Programmpunkt 235 wird die Vorförderpumpe 70 von der Steuerung 80 derart angesteuert, dass sie einen Zulaufdruck zum Betrieb des Überströmventils 11 in der ersten Stufe liefert. Anschließend wird zu Programmpunkt 200 zurückverzweigt.

Das Programm wird spätestens mit Abschalten der Brennkraftmaschine beendet.

30 Als eine Applikation, die immer einen ausreichenden Kraftstoffkühlstrom im Triebwerksraum 9 sicherstellt und nur dann die Förderleistung der Vorförderpumpe 70 zum Betrieb des Überströmventils 11 in seiner ersten Stufe reduziert, wenn keiner der erfassten Betriebsparameter Motordrehzahl  $n$ , Kraftstofftemperatur  $T$  und Kraftstoffdruck  $p$  den jeweils zugeordneten vorgegebenen Grenzwert erreicht oder überschreitet, hat sich folgendes ergeben:

35

Einstellung eines Zulaufdrucks durch die Vorförderpumpe 70 zum Betrieb des Überströmventils 11 in der ersten Stufe für eine Motordrehzahl  $n$  unterhalb des vorgegebenen Motordrehzahlgrenzwertes, eine Kraftstofftemperatur  $T$  unterhalb des vorgegebenen Temperaturgrenzwertes und einen Kraftstoffdruck  $p$  unterhalb des vorgegebenen Druckgrenzwertes und andernfalls Einstellung eines Zulaufdrucks durch die Vorförderpumpe 70 zum Betrieb des Überströmventils 11 in der zweiten Stufe.

In Figur 7 ist anhand eines Ablaufplans ein zweites Beispiel eines Betriebs des zweistufigen Überströmventils 11 mittels der Steuerung 80 über die Vorförderpumpe 70 dargestellt, der diese Applikation veranschaulicht.

Nach dem Start des Programms wird die Vorförderpumpe 70 bei einem Programmpunkt 250 von der Steuerung 80 derart angesteuert, dass sie einen Zulaufdruck zum Betrieb des Überströmventils 11 in der zweiten Stufe liefert. Somit ist sichergestellt, dass zu Beginn des Programmablaufs ein ausreichender Kraftstoffkühlstrom vorliegt. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 300 verzweigt

Bei Programmpunkt 300 wird die Motordrehzahl  $n$  mittels des Drehzahlsensors 85 erfasst. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 305 verzweigt.

Bei Programmpunkt 305 prüft die Steuerung 80, ob die erfasste Motordrehzahl  $n$  kleiner als der vorgegebene Motordrehzahlgrenzwert ist. Ist dies der Fall, wird zu einem Programmpunkt 310 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 335 verzweigt.

Bei Programmpunkt 310 wird die Kraftstofftemperatur  $T$  mittels des Temperatursensors 90 erfasst. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 315 verzweigt.

Bei Programmpunkt 315 prüft die Steuerung 80, ob die erfasste Kraftstofftemperatur  $T$  kleiner als der vorgegebene Temperaturgrenzwert ist. Ist dies der Fall, wird zu Programmpunkt 320 verzweigt. Andernfalls wird zu einem Programmpunkt 335 verzweigt.

Bei Programmpunkt 320 wird der Kraftstoffdruck  $p$  mittels des Drucksensors 95 erfasst. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 325 verzweigt.

5 Bei Programmpunkt 325 prüft die Steuerung 80, ob der erfasste Kraftstoffdruck  $p$  kleiner als der vorgegebene Druckgrenzwert ist. Ist dies der Fall, wird zu Programmpunkt 330 verzweigt. Andernfalls wird zu einem Programmpunkt 335 verzweigt.

10 Bei Programmpunkt 335 wird die Vorförderpumpe 70 von der Steuerung 80 derart angesteuert, dass sie einen Zulaufdruck zum Betrieb des Überströmventils 11 in der zweiten Stufe liefert. Anschließend wird zu Programmpunkt 300 zurückverzweigt.

15 Bei Programmpunkt 330 wird die Vorförderpumpe 70 von der Steuerung 80 derart angesteuert, dass sie einen Zulaufdruck zum Betrieb des Überströmventils 11 in der ersten Stufe liefert. Anschließend wird zu Programmpunkt 300 zurückverzweigt.

20 Das Programm wird spätestens mit Abschalten der Brennkraftmaschine beendet.

In weiteren Beispielen kann es auch vorgesehen sein, das Überströmventil 11 nur dann in seiner ersten Stufe zu betreiben, wenn nur zwei der drei Betriebsparameter Motordrehzahl  $n$ , Kraftstofftemperatur  $T$  und Kraftstoffdruck  $p$  ihren zugeordneten vorgegebenen Grenzwert unterschreiten.

25 Ferner kann es alternativ vorgesehen sein, überhaupt nur einen oder nur zwei der Betriebsparameter Motordrehzahl  $n$ , Kraftstofftemperatur  $T$  und Kraftstoffdruck  $p$  für die Entscheidung auszuwählen, ob das Überströmventil 11 in der ersten oder in der zweiten Stufe betrieben wird. So kann beispielsweise die Motordrehzahl  $n$  oder die Kraftstofftemperatur  $T$  oder der Kraftstoffdruck  $p$  bei dieser Entscheidung unberücksichtigt bleiben, so dass auch der entsprechende Sensor dafür eingespart werden könnte. Ferner könnte die Entscheidung auch nur anhand der Motordrehzahl  $n$  oder nur anhand der Kraftstofftemperatur  $T$  oder nur des Kraftstoffdruckes  $p$  getroffen werden.

35

## 5 Ansprüche

1. Überströmventil (11) für eine Hochdruckpumpe (105), insbesondere in einem Kraftstoffeinspritzsystem, vorzugsweise in einem Common-Rail-Einspritzsystem, umfassend ein in einer Gehäusebohrung (1) verschiebbar aufgenommenes Ventilelement (2) zur Verbindung eines Ventileingangs (3) mit wenigstens einem Ventilausgang (5) sowie eine in einem Federraum (6) aufgenommene Feder (7), deren Federkraft das Ventilelement (2) in Richtung des Ventileingangs (3) beaufschlagt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Ventilausgang (5) als Öffnung, insbesondere in Form einer, vorzugsweise radial, in die Gehäusebohrung (1) mündenden Bohrung, einer Gehäusewand (25) vorgesehen ist, dass das Ventilelement (2) einen zum Ventileingang (3) hin geöffneten Innenraum (30) umfasst und dass das Ventilelement (2) eine Drosselöffnung (4) in einer Umwandung (35) des Innenraums (30) umfasst, die in einem ersten Bereich der Position des Ventilelements (2) in der Gehäusebohrung (1) einen Durchfluss aus dem Innenraum (30) des Ventilelementes (2) zum mindestens einen Ventilausgang (5) in der Gehäusewand (25) freigibt.
2. Überströmventil (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsfläche der Drosselöffnung (4), vorzugsweise vom Innenraum (30) des Ventilelementes (2), bis zur Gehäusebohrung (1), vorzugsweise stufenförmig, zunimmt.
3. Überströmventil (11) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zunahme der Querschnittsfläche sowohl in Richtung zum Ventileingang (3) als auch in Richtung zum Federraum (6) ausgebildet ist.
4. Überströmventil (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselöffnung (4) in Form eines, insbesondere gestuften, Ringeinstichs am Ventilelement (2) ausgebildet ist.

5. Überströmventil (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der Drosselöffnung (4) an der dem Innenraum (30) abgewandten Seite des Ventilelementes (2) in axialer Richtung zum ventileingangsseitigen Ende des Ventilelementes (2) mindestens so groß gewählt ist, dass er dem Durchmesser des mindestens einen Ventilausgangs (5) der Gehäusewand (25) in axialer Richtung entspricht.
6. Überströmventil (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Ventilausgänge (5) vorgesehen sind, die insbesondere in einer Radialebene und/oder in gleichem Winkelabstand zueinander angeordnet sind.
7. Überströmventil (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der durch die Drosselöffnung (4) geschaffene freie Strömungsquerschnitt kleiner als der freie Strömungsquerschnitt des mindestens einen Ventilausgangs (5) ist.
8. Überströmventil (11) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der freie Strömungsquerschnitt der Drosselöffnung (4)  $0,15\text{mm}^2$  bis  $0,5\text{mm}^2$  beträgt.
9. Überströmventil (11) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der über den mindestens einen Ventilausgang (5) geschaffene freie Strömungsquerschnitt  $3\text{mm}^2$  bis  $50\text{mm}^2$  beträgt.
10. Überströmventil (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, der erste Bereich der Position des Ventilelements (2) in der Gehäusebohrung (1) bei einem Öffnungsdruck des Überströmventils (11) in einem vorgegebenen Druckbereich, vorzugsweise zwischen 1,0 bar und 4,0 bar, vorliegt.
11. Überströmventil (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventilelement (2) in einem zweiten Bereich seiner Position in der Gehäusebohrung (1) den mindestens einen Ventilausgang (5) an seinem dem Federraum (6) abgewandten Ende zumindest teilweise freigibt.

- 5 12. Überströmventil (11) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Bereich der Position des Ventilelements (2) in der Gehäusebohrung (1) bei einem Öffnungsdruck des Überströmventils (11) in einem vorgegebenen Druckbereich, insbesondere größer oder gleich 4,0 bar, vorzugsweise größer oder gleich 4,5 bar, vorliegt.
- 10 13. Überströmventil (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventilelement (2) den Federraum (6) gegenüber dem Ventileingang (3) abdichtet.
- 15 14. Überströmventil (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventilelement (2) kolbenförmig ausgebildet ist und/oder an seinem dem Ventileingang (3) zugewandten Ende eine ringförmige Steuerkante (8) besitzt.
- 20 15. Hochdruckpumpe (105), insbesondere für ein Kraftstoffeinspritzsystem, vorzugsweise ein Common-Rail-Einspritzsystem, mit einem Überströmventil (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Überströmventil (11) in einem Niederdruckbereich der Hochdruckpumpe (105) angeordnet ist und vorzugsweise einen Triebwerksraum (9) der Hochdruckpumpe (105) mit einer Rücklaufleitung (10) verbindet.
- 25 16. Verfahren zum Betrieb eines Überströmventils (11), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 14, in mindestens zwei Stufen mit unterschiedlichem Durchfluss  $Q$ , wobei das Überströmventil (11) in einer Hochdruckpumpe (105) eines Kraftstoffeinspritzsystems einer Brennkraftmaschine angeordnet ist und ein Zulaufdruck des Überströmventils (11) durch eine Vorförderpumpe eingestellt wird und wobei abhängig vom Zulaufdruck das Überströmventil (11) in einer ersten Stufe mit geringerem Durchfluss  $Q$  oder in einer zweiten Stufe mit höherem Durchfluss  $Q$  betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zulaufdruck abhängig von einer Motordrehzahl ( $n$ ) der Brennkraftmaschine, einem Kraftstoffdruck ( $p$ ) in einem von der Hochdruckpumpe (105) mit Kraftstoff versorgten Hochdruckspeicher und/oder einer Kraftstofftemperatur ( $T$ ), insbesondere im Hochdruckspeicher, in einem Triebwerksraum (9) der Hochdruckpumpe (105) oder in einer Rücklaufleitung (10) der Hochdruckpumpe (105), eingestellt wird.
- 30
- 35

- 5 17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Zulaufdruck zum Betrieb des Überströmventils (11) in der ersten Stufe für eine Motordrehzahl (n) unterhalb eines vorgegebenen Motordrehzahlgrenzwertes, eine Kraftstofftemperatur (T) unterhalb eines vorgegebenen Temperaturgrenzwertes und/oder eines Kraftstoffdruckes (p) unterhalb eines vorgegebenen Druckgrenzwertes eingestellt wird und dass andernfalls ein Zulaufdruck zum Betrieb des Überströmventils (11) in der zweiten Stufe eingestellt wird.
- 10 18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Motordrehzahlgrenzwert in einem Bereich von 1500rpm bis 3500rpm, vorzugsweise in einem Bereich von 2500rpm bis 3000rpm gewählt wird.
- 15 19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperaturgrenzwert in einem Bereich von 60°C bis 75°C, vorzugsweise in einem Bereich von 65°C bis 70°C gewählt wird.
- 20 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckgrenzwert in einem Bereich von 1400bar bis 1800bar, vorzugsweise in einem Bereich von 1500bar bis 1700bar gewählt wird.

Fig. 1

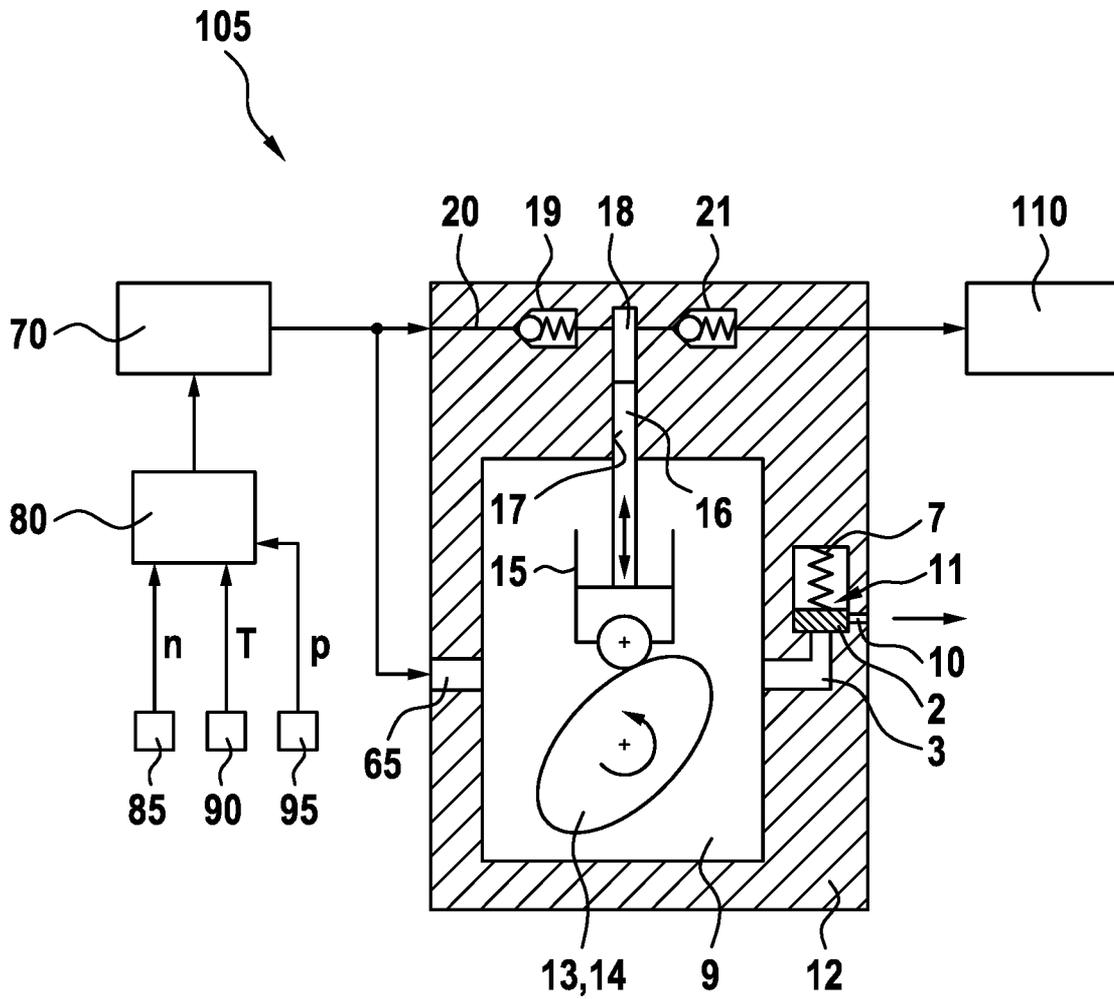


Fig. 2

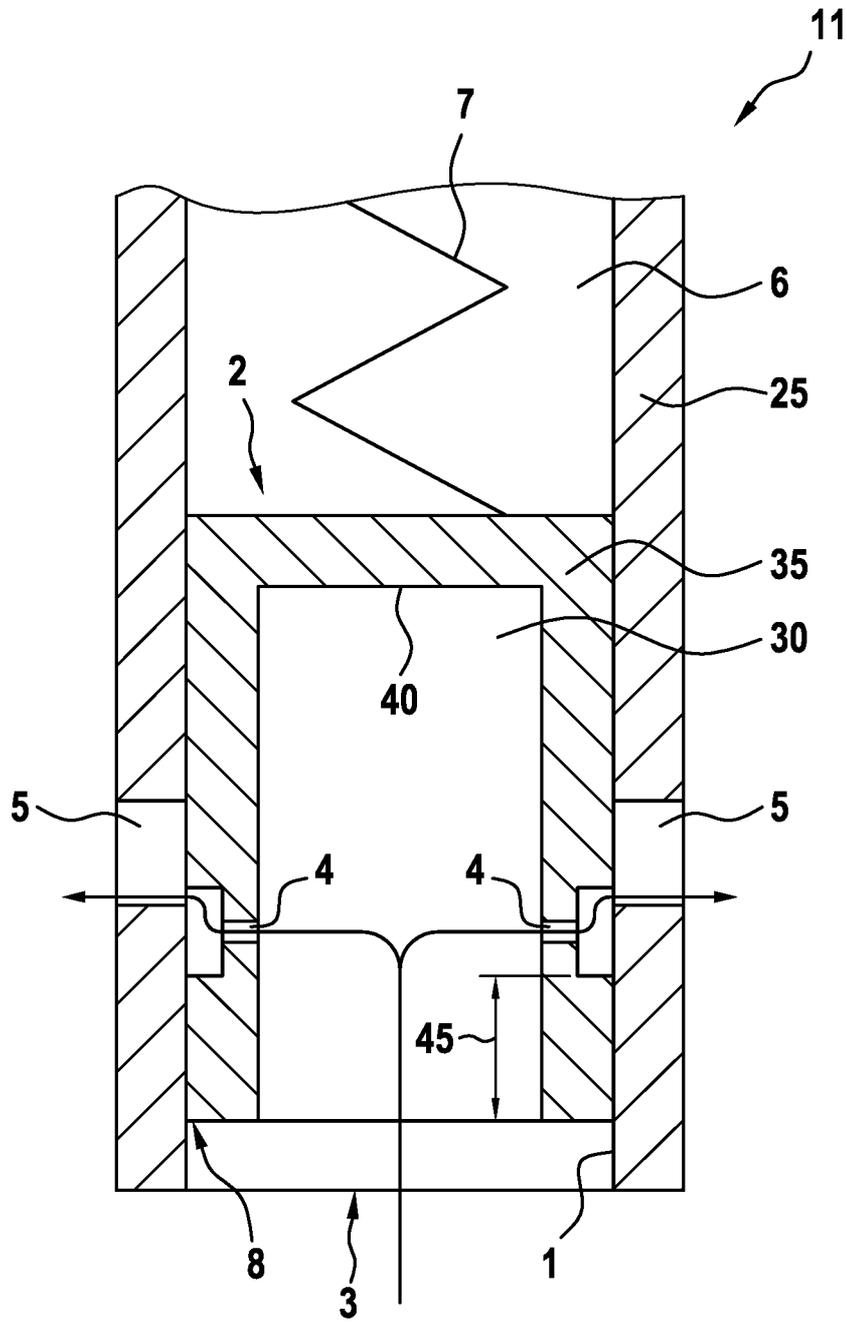


Fig. 3

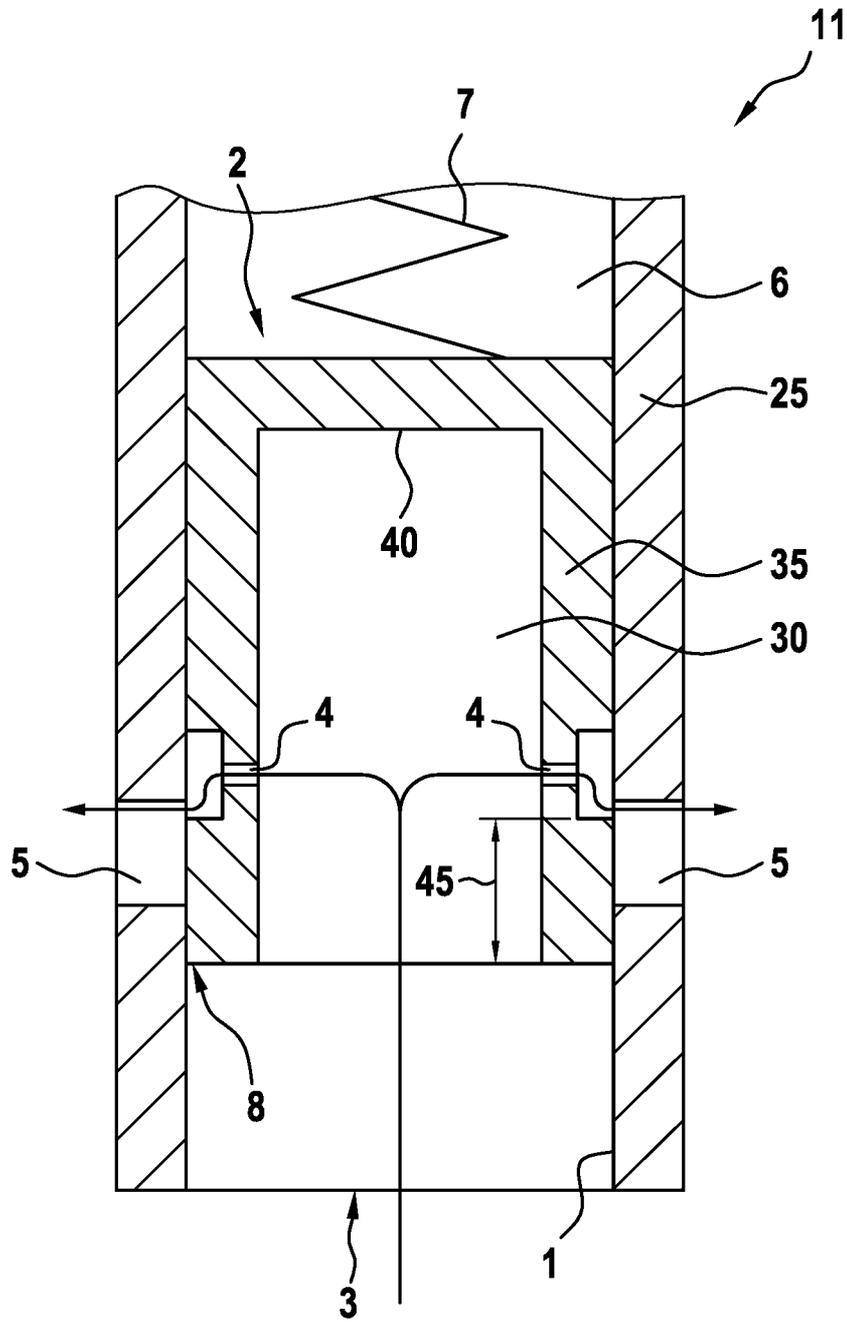


Fig. 4

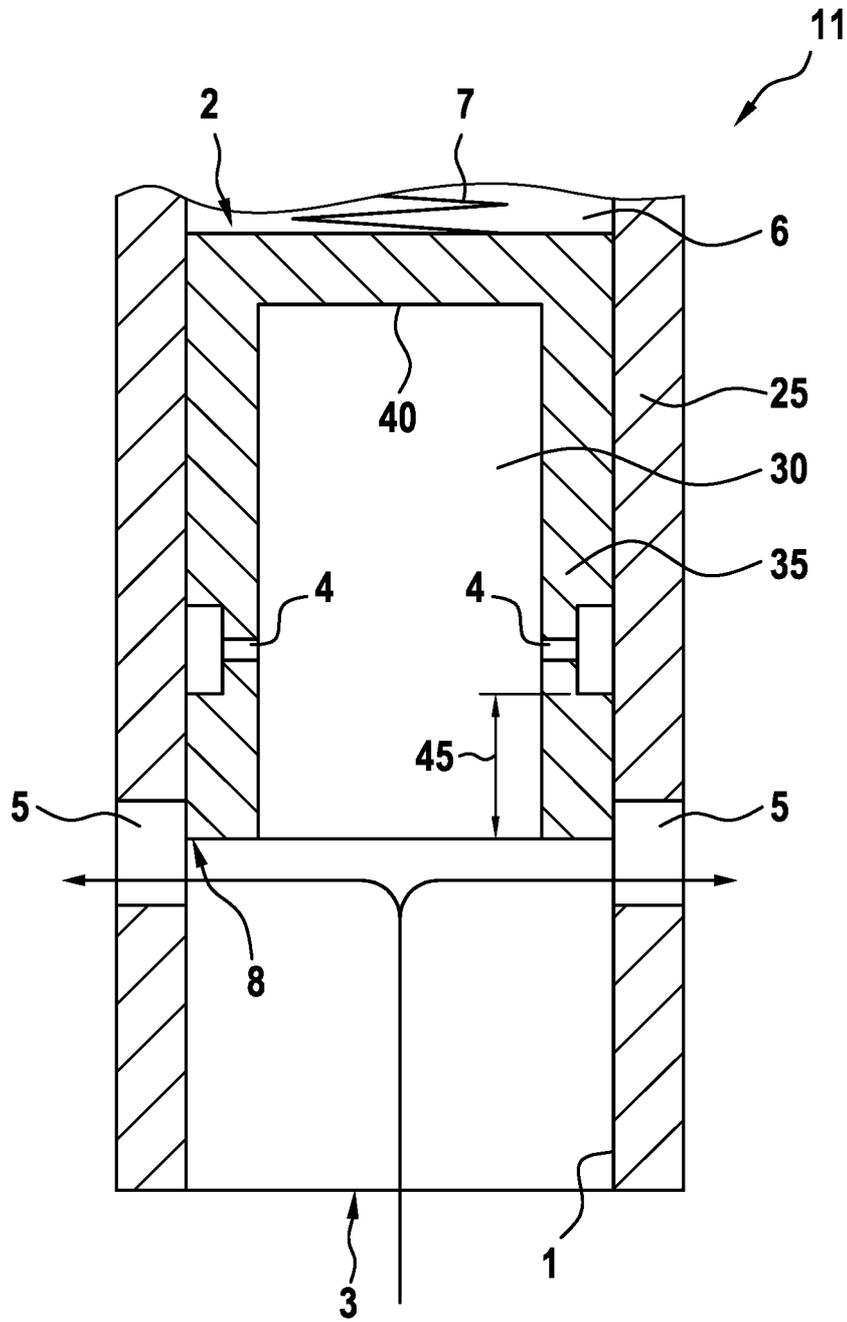


Fig. 5

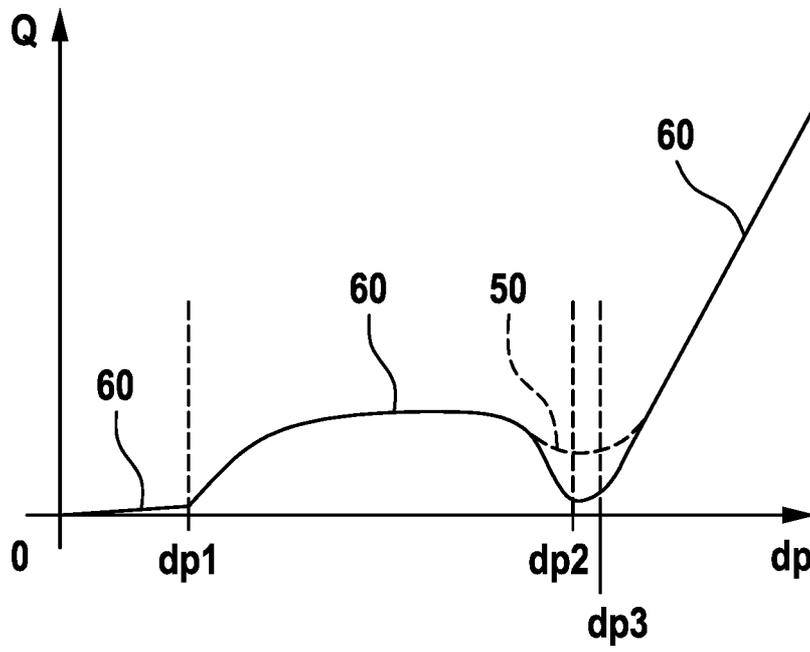


Fig. 6

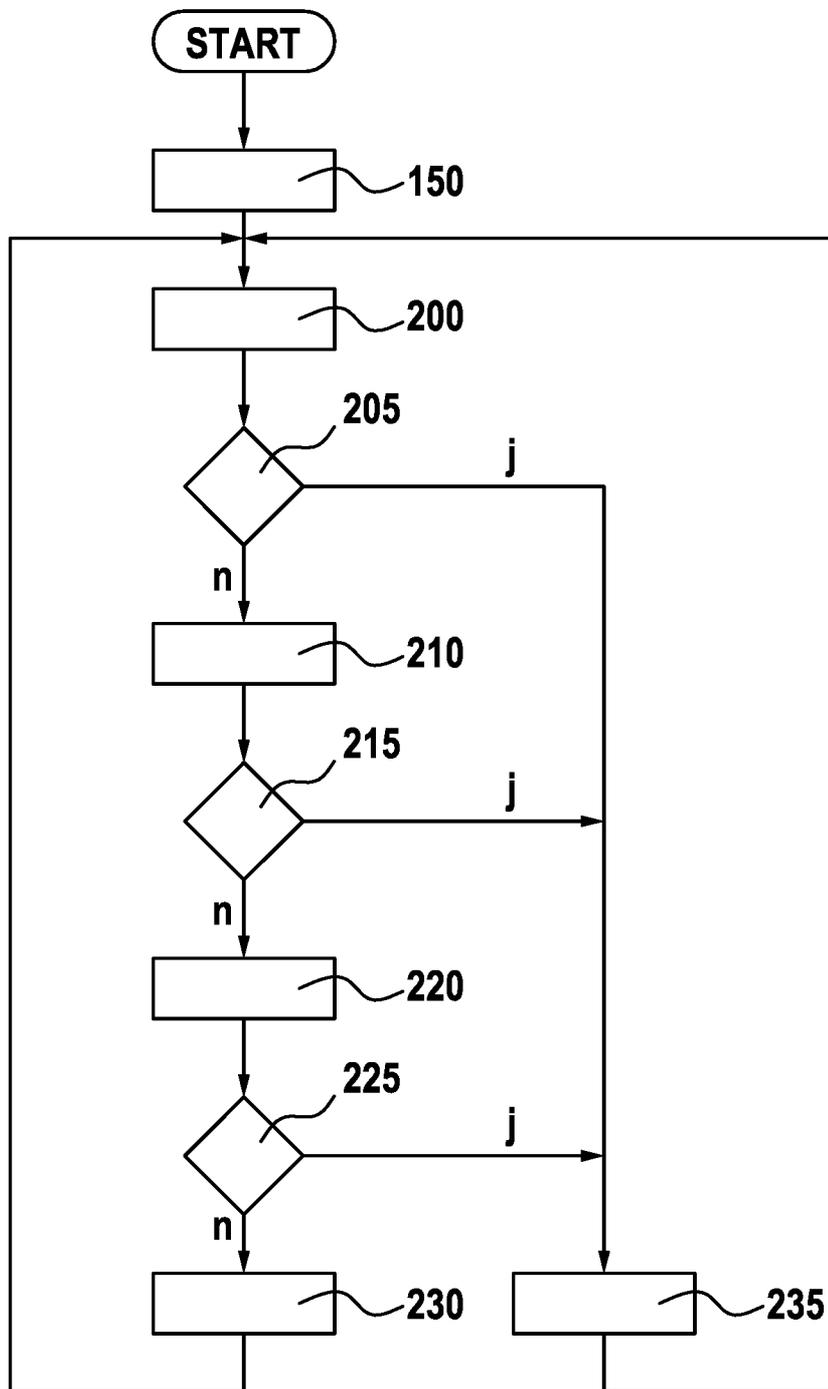
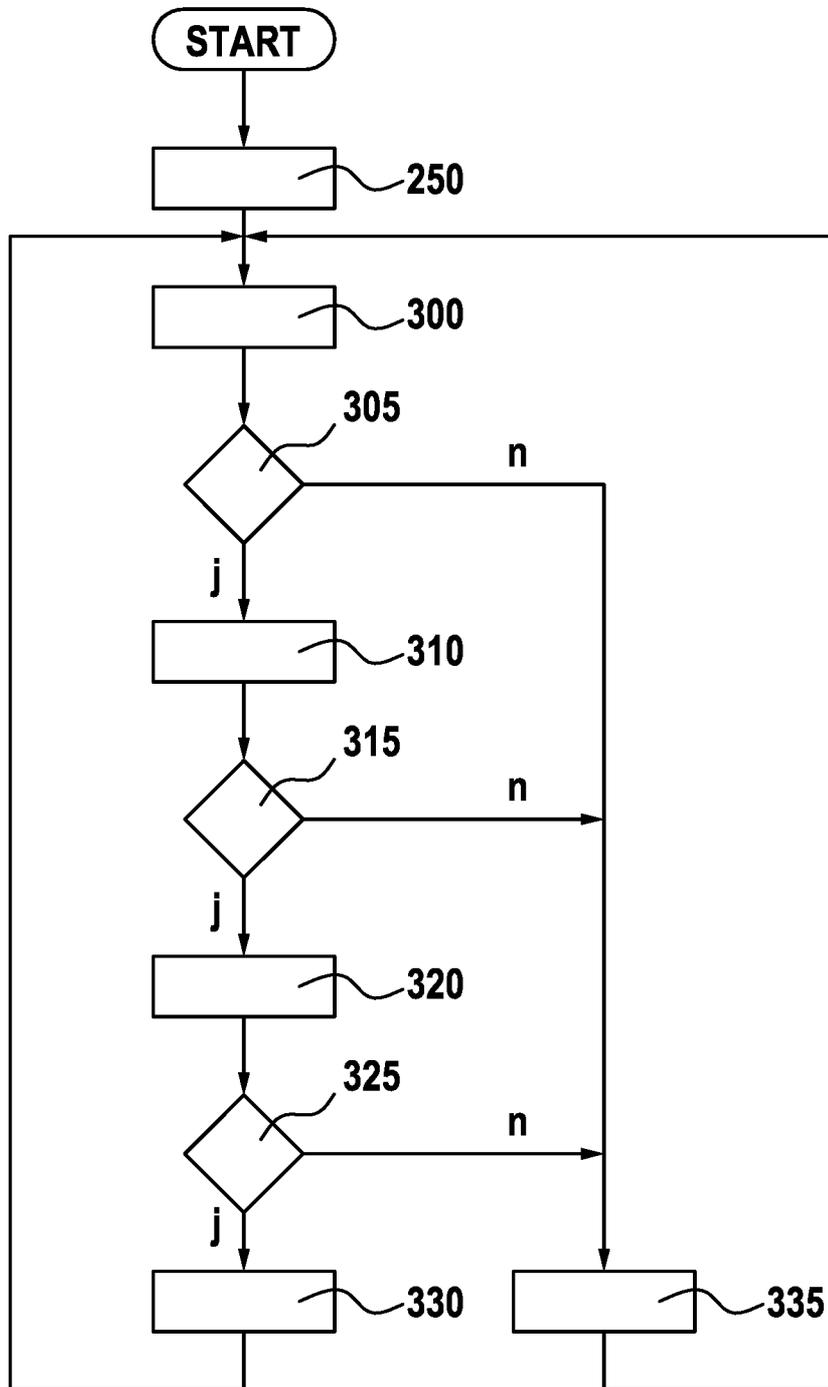


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/056622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. F02M55/00 F02M63/00 F02M37/00 F02M59/46 F16K17/04  
 F16K17/30 F02D41/38  
 ADD.  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 F02M F16K F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 16 00 725 A1 (CAV LTD) 11 November 1971 (1971-11-11)	1-5,7, 11,13-15
Y	abstract; figure 1 claims 1,2 page 2, line 1 - page 3, line 15 page 2, line 1 - line 7	8-10,12
Y	DE 10 2013 208707 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 November 2014 (2014-11-13) cited in the application paragraph [0014] paragraph [0027] paragraph [0011]	8-10,12
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  12 June 2017	Date of mailing of the international search report  20/06/2017
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Barunovic, Robert
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/056622

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 18 385 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28 October 1999 (1999-10-28) abstract; figures 1,2 claims 1,3 column 3, line 27 - line 49 column 3, line 64 - column 4, line 13 column 3, line 3 - line 5 -----	1-4,6,7, 14,15
X	DE 10 2010 003517 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6 October 2011 (2011-10-06) paragraph [0020] paragraph [0021] paragraph [0015] paragraph [0016] paragraph [0018] claims 1,3,5,8 -----	16-20
X	DE 10 2015 104642 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 1 October 2015 (2015-10-01) abstract; figure 3 paragraph [0007] paragraph [0056] paragraph [0058] paragraph [0054] -----	16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/056622

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 1600725	A1	11-11-1971	DE 1600725 A1	11-11-1971
			ES 338585 A1	01-04-1968
			FR 1513789 A	16-02-1968
			GB 1156842 A	02-07-1969
			SE 322366 B	06-04-1970
			US 3405640 A	15-10-1968
-----				
DE 102013208707	A1	13-11-2014	CN 105408619 A	16-03-2016
			DE 102013208707	13-11-2014
			WO 2014183904	20-11-2014
-----				
DE 19818385	A1	28-10-1999	DE 19818385 A1	28-10-1999
			EP 1073840 A1	07-02-2001
			JP 4280419 B2	17-06-2009
			JP 2002513115 A	08-05-2002
			US 6422212 B1	23-07-2002
			WO 9956016 A1	04-11-1999
-----				
DE 102010003517	A1	06-10-2011	NONE	
-----				
DE 102015104642	A1	01-10-2015	CN 104948310 A	30-09-2015
			DE 102015104642	01-10-2015
			RU 2015110472 A	20-10-2016
			US 2015275816 A1	01-10-2015
-----				

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2017/056622

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. F02M55/00 F02M63/00 F02M37/00 F02M59/46 F16K17/04  
 F16K17/30 F02D41/38  
 ADD.  
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTER GEBIETE**  
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 F02M F16K F02D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 16 00 725 A1 (CAV LTD) 11. November 1971 (1971-11-11)	1-5,7, 11,13-15
Y	Zusammenfassung; Abbildung 1 Ansprüche 1,2 Seite 2, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 15 Seite 2, Zeile 1 - Zeile 7	8-10,12
Y	DE 10 2013 208707 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. November 2014 (2014-11-13) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0014] Absatz [0027] Absatz [0011]	8-10,12

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
12. Juni 2017	20/06/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Barunovic, Robert
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 18 385 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Ansprüche 1,3 Spalte 3, Zeile 27 - Zeile 49 Spalte 3, Zeile 64 - Spalte 4, Zeile 13 Spalte 3, Zeile 3 - Zeile 5 -----	1-4,6,7, 14,15
X	DE 10 2010 003517 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6. Oktober 2011 (2011-10-06) Absatz [0020] Absatz [0021] Absatz [0015] Absatz [0016] Absatz [0018] Ansprüche 1,3,5,8 -----	16-20
X	DE 10 2015 104642 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 1. Oktober 2015 (2015-10-01) Zusammenfassung; Abbildung 3 Absatz [0007] Absatz [0056] Absatz [0058] Absatz [0054] -----	16

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/056622

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1600725	A1 11-11-1971	DE 1600725 A1	11-11-1971
		ES 338585 A1	01-04-1968
		FR 1513789 A	16-02-1968
		GB 1156842 A	02-07-1969
		SE 322366 B	06-04-1970
		US 3405640 A	15-10-1968
-----			
DE 102013208707	A1 13-11-2014	CN 105408619 A	16-03-2016
		DE 102013208707 A1	13-11-2014
		WO 2014183904 A1	20-11-2014
-----			
DE 19818385	A1 28-10-1999	DE 19818385 A1	28-10-1999
		EP 1073840 A1	07-02-2001
		JP 4280419 B2	17-06-2009
		JP 2002513115 A	08-05-2002
		US 6422212 B1	23-07-2002
		WO 9956016 A1	04-11-1999
-----			
DE 102010003517	A1 06-10-2011	KEINE	
-----			
DE 102015104642	A1 01-10-2015	CN 104948310 A	30-09-2015
		DE 102015104642 A1	01-10-2015
		RU 2015110472 A	20-10-2016
		US 2015275816 A1	01-10-2015
-----			