

(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
26. Juli 2001 (26.07.2001)

PCT

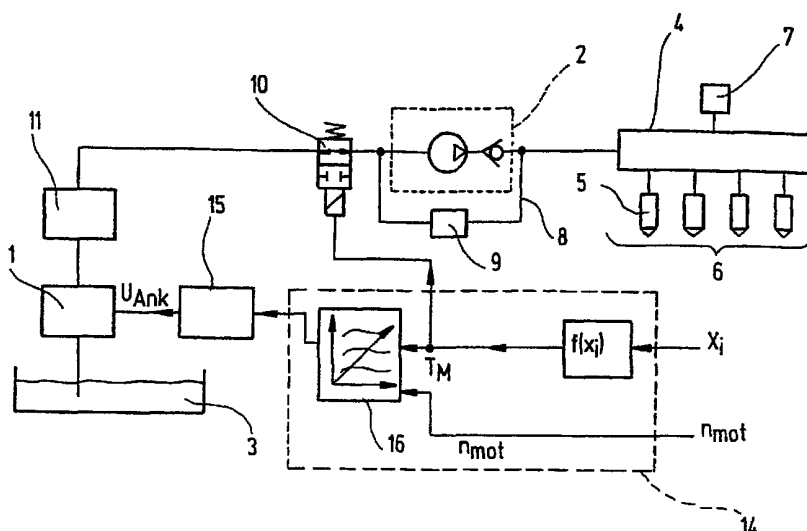
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/53686 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02M (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SIEBER, Udo [DE/DE]; Meisenweg 7/1, 74321 Bietigheim (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00059
- (22) Internationales Anmeldedatum: 10. Januar 2001 (10.01.2001) (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AL, AM, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CN, CU, CZ, EE, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SD, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 01 882.3 19. Januar 2000 (19.01.2000) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE). Veröffentlicht: — ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A PRESUPPLY PUMP OF A FUEL METERING SYSTEM AND FUEL METERING SYSTEM OF A DIRECT INJECTION INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER VORFÖRDERPUMPE EINES KRAFTSTOFFZUMESSSYSTEMS UND KRAFTSTOFFZUMESSSYSTEM EINER DIREKTEINSPRITZENDEN BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a presupply pump (1) of a fuel metering system of a direct injection internal combustion engine. In addition to the presupply pump (1), the fuel metering system has a high pressure pump (2), the presupply pump (1) pumping fuel into a low pressure area (LP) of the fuel metering system and the high pressure pump (2) pumping fuel out of the low pressure area (LP) and into a high-pressure area (HD) of the fuel metering system. According to the invention, the presupply pump (1) is controlled in such a way that it is regulated according to the requirements, so that the flow being transported through the presupply pump (1) corresponds approximately to the flow being transported through the high pressure pump (1) and a predetermined pressure is present in the low pressure area (ND), in order to reduce the appearance of cavitation in the high pressure pump (2).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/53686 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Vorförderpumpe (1) eines Kraftstoffzumesssystems einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, wobei das Kraftstoffzumesssystem ausser der Vorförderpumpe (1) eine Hochdruckpumpe (2) aufweist und wobei die Vorförderpumpe (1) Kraftstoff in einen Niederdruckbereich (ND) des Kraftstoffzumesssystems und die Hochdruckpumpe (2) Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich (ND) in einen Hochdruckbereich (HD) des Kraftstoffzumesssystems fördert. Um die Kavitationserscheinungen in der Hochdruckpumpe (2) zu reduzieren, schlägt die Erfindung vor, dass die Vorförderpumpe (1) bedarfsgeregelt angesteuert wird, so dass der Förderstrom durch die Vorförderpumpe (1) in etwa dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe (2) entspricht und in dem Niederdruckbereich (ND) ein vorgegebenes Druckniveau herrscht.

5

Verfahren zum Betrieb einer Vorförderpumpe eines
10 Kraftstoffzumesssystems und Kraftstoffzumesssystem einer
direkteinspritzenden Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum
Betrieb einer Vorförderpumpe eines Kraftstoffzumesssystems
einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, wobei das
Kraftstoffzumesssystem außer der Vorförderpumpe eine
20 Hochdruckpumpe aufweist und wobei die Vorförderpumpe
Kraftstoff in einen Niederdruckbereich des
Kraftstoffzumesssystems und die Hochdruckpumpe Kraftstoff
aus dem Niederdruckbereich in einen Hochdruckbereich des
Kraftstoffzumesssystems fördert. Die Erfindung betrifft
25 außerdem ein Kraftstoffzumesssystem einer
direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, mit einer
Vorförderpumpe und einer Hochdruckpumpe, wobei die
Vorförderpumpe Kraftstoff in einen Niederdruckbereich des
Kraftstoffzumesssystems und die Hochdruckpumpe Kraftstoff
30 aus dem Niederdruckbereich in einen Hochdruckbereich des
Kraftstoffzumesssystems fördert.

Das Kraftstoffzumesssystem ist bspw. als ein Common-Rail-
Kraftstoff-Direkteinspritzungssystem ausgebildet. Die
35 Vorförderpumpe ist beispielsweise als eine
Elektrokraftstoffpumpe ausgebildet und fördert Kraftstoff
aus einem Kraftstoff-Vorratsbehälter in den

- 2 -

Niederdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems. In dem Niederdruckbereich herrscht ein Vordruck von bspw. 4 bar. Die Hochdruckpumpe fördert Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich in einen Hochdruckspeicher, den
5 sogenannten Rail, in dem Hochdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems. Die Hochdruckpumpe ist bspw. als eine Einzylinderpumpe ausgebildet. In dem Hochdruckspeicher herrscht bei Benzin-Kraftstoff ein Einspritzdruck von bspw. 120 bis 150 bar und bei Diesel-Kraftstoff ein
10 Einspritzdruck von bspw. 1500 bis 2000 bar. Von dem Hochdruckspeicher zweigen mehrere betriebskenngrößenabhängig steuerbare Einspritzventile ab, die bei entsprechender Ansteuerung Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher mit dem dort anliegenden Einspritzdruck
15 in Brennräume der Brennkraftmaschine einspritzen. Zwischen der Vorförderpumpe und der Hochdruckpumpe ist ein Steuerventil angeordnet, das durch Schließzeitvariation die pro Hub der Hochdruckpumpe zu dem Hochdruckspeicher geförderte Kraftstoffmenge bestimmt. Das Steuerventil wird
20 von einem Steuergerät der Brennkraftmaschine angesteuert.

Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffzumesssystemen zweigt aus dem Niederdruckbereich eine Niederdruckleitung ab, die über einen
25 Niederdruckregler zurück in den Kraftstoff-Vorratsbehälter führt. Der Niederdruckregler sorgt bei schwankenden Förderraten der Hochdruckpumpe für ein konstantes Druckniveau in dem Niederdruckbereich. Dieses mechanisch dauerhaft auf einen niedrigen Druckwert (den Vordruck)
30 eingestellte Druckniveau erweist sich aber bei starker Erwärmung der Hochdruckpumpe als zu niedrig. Mit der Erwärmung der Hochdruckpumpe steigt auch die Temperatur des Kraftstoffs und damit der Dampfdruck des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe. Übersteigt der Dampfdruck das durch den
35 Niederdruckregler vorgegebene Druckniveau, kommt es zu einer Dampfblasenbildung und damit zu einer Kavitation in

- 3 -

der Hochdruckpumpe. Dies kann zu einem Förderstromabfall der Hochdruckpumpe, zu störenden Kavitationsgeräuschen und schließlich sogar zu einer Beschädigung von Bauteilen der Hochdruckpumpe führen. Unter Kavitation versteht man das Entstehen und schlagartige Vergehen von Dampfblasen in Flüssigkeitsströmungen, die an Stellen mit Drücken nahe dem Dampfdruck auftreten.

Aus den Nachteilen des Standes der Technik ergibt sich die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Kavitation in einer Hochdruckpumpe eines Kraftstoffzumesssystems zu verringern und nach Möglichkeit sogar ganz zu vermeiden.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung, ausgehend von dem Verfahren der eingangs genannten Art vor, dass die Vorförderpumpe bedarfsgeregelt angesteuert wird, so dass der Förderstrom durch die Vorförderpumpe in etwa dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe entspricht und in dem Niederdruckbereich ein vorgegebenes Druckniveau herrscht.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit der bedarfsgeregelten Ansteuerung der Vorförderpumpe hat den Vorteil, dass die Geräuschentwicklung und die Leistungsaufnahme der Vorförderpumpe vermindert wird. Außerdem kann das Druckniveau in dem Niederdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems durch eine geeignete Ansteuerung der Vorförderpumpe so eingestellt werden, dass die Kavitation in der Hochdruckpumpe ohne zusätzliche Sensoren bspw. für den Vordruck oder die Temperatur des Kraftstoffes in der Hochdruckpumpe vermindert, im Idealfall sogar ganz vermieden wird. Zur Variation des Druckniveaus in dem Niederdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems kann der Förderstrom durch die Vorförderpumpe kurzzeitig von dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe abweichen. Um das

- 4 -

Druckniveau in dem Niederdruckbereich konstant zu halten, ist der Förderstrom durch die Vorförderpumpe im Idealfall identisch mit dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe. Zum Ausgleich von geringen Druckverlusten aufgrund von Lecks in dem Niederdruckbereich, verursacht bspw. durch Fertigungstoleranzen oder Verschleißerscheinungen, kann es in der Praxis jedoch nötig sein, den Förderstrom durch die Vorförderpumpe etwas größer zu wählen als den Förderstrom durch die Hochdruckpumpe. Wird das Fördergleichgewicht durch Erwärmung der Hochdruckpumpe und dadurch hervorgerufene Kavitation gestört, wird das vorgegebene Druckniveau in dem Niederdruckbereich angehoben.

Schließlich kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren auf die Niederdruckleitung mit dem darin angeordneten Niederdruckregler, die aus dem Niederdruckbereich des Kraftstoffversorgungssystems abzweigt und in den Kraftstoff-Vorratsbehälter führt, verzichtet werden. Der Vordruck in dem Niederdruckbereich des Kraftstoffzumesssystems wird durch die Ansteuerung der Vorförderpumpe eingestellt. Durch den Wegfall des verschleißanfälligen mechanischen Niederdruckreglers ergibt sich eine Erhöhung der Zuverlässigkeit und eine Kostenreduktion des Kraftstoffzumesssystems.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Vorförderpumpe als eine Elektrokraftstoffpumpe ausgebildet ist und dass die Elektrokraftstoffpumpe durch Variation der Ankerspannung des Antriebsmotors der Elektrokraftstoffpumpe angesteuert wird. Die Ansteuerung der Elektrokraftstoffpumpe erfolgt bspw. durch ein Steuergerät der Brennkraftmaschine über eine Endstufe, durch die die digitalen Ansteuerimpulse des Steuergeräts in ein analoges Spannungssignal für die Ankerspannung des Antriebsmotors verstärkt wird.

- 5 -

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Ankerspannung des Antriebsmotors durch Pulsweitenmodulation variiert wird.

5 Vorteilhafterweise wird die Vorförderpumpe durch ein Steuergerät der Brennkraftmaschine angesteuert. In dem Steuergerät der Brennkraftmaschine sind vorzugsweise in einem Kennfeld Taktverhältnisse der Pulsweitenmodulation abgelegt, die zur Ansteuerung der Vorförderpumpe
10 herangezogen werden. Die Taktverhältnisse sind bspw. über dem Druckniveau und dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe in dem Kennfeld abgelegt. Vorzugsweise sind die Taktverhältnisse jedoch über der Drehzahl der Brennkraftmaschine und der Ansteuerdauer eines zwischen der
15 Vorförderpumpe und der Hochdruckpumpe angeordneten Steuerventils in dem Kennfeld abgelegt.

Alternativ wird vorgeschlagen, dass in dem Steuergerät der Brennkraftmaschine in einer Kennlinie Taktverhältnisse der
20 Pulsweitenmodulation abgelegt sind, die zur Ansteuerung der Vorförderpumpe herangezogen werden. Die Kennlinie der Taktverhältnisse ist vorzugsweise über dem Produkt aus der Drehzahl der Brennkraftmaschine und der Ansteuerdauer eines zwischen der Vorförderpumpe und der Hochdruckpumpe
25 angeordneten Steuerventils abgelegt.

Zur Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird ausgehend von dem Kraftstoffzumesssystem der eingangs genannten Art des weiteren vorgeschlagen, dass das
30 Kraftstoffzumesssystem Mittel zur bedarfsgeregelten Ansteuerung der Vorförderpumpe aufweist, so dass der Förderstrom durch die Vorförderpumpe in etwa dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe entspricht und in dem Niederdruckbereich ein vorgegebenes Druckniveau herrscht.

35 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden

- 6 -

Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Vorförderpumpe als eine Elektrokraftstoffpumpe ausgebildet ist und die Mittel zur Ansteuerung der Vorförderpumpe die Ankerspannung des Antriebsmotors der Elektrokraftstoffpumpe variieren.

5

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Mittel zur Ansteuerung der Vorförderpumpe die Ankerspannung des Antriebsmotors durch Pulsweitenmodulation variieren.

10

Zeichnungen

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

15

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Kraftstoffzumesssystem gemäß einer bevorzugten Ausführungsform; und

20

Figur 2 ein aus dem Stand der Technik bekanntes Kraftstoffzumesssystem.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

25

In Figur 2 ist ein aus dem Stand der Technik bekanntes Kraftstoffzumesssystem dargestellt. Das Kraftstoffzumesssystem ist als ein Common-Rail-Benzin-Direkteinspritzungssystem ausgebildet. Es weist eine Vorförderpumpe 1 und eine Hochdruckpumpe 2 auf. Die Vorförderpumpe 1 ist als eine Elektrokraftstoffpumpe ausgebildet und fördert Kraftstoff aus einem Kraftstoff-Vorratsbehälter 3 in einen Niederdruckbereich ND des Kraftstoffzumesssystems. In dem Niederdruckbereich ND herrscht ein Vordruck von etwa 4 bar. Die Hochdruckpumpe 2 ist als eine 1-Zylinder-Hochdruckpumpe ausgebildet und

30

35

- 7 -

fördert Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich ND in einen Hochdruckspeicher 4, den sogenannten Rail, in einem Hochdruckbereich HD des Kraftstoffzumesssystems. In dem Hochdruckspeicher 4 herrscht ein Einspritzdruck von etwa
5 120 bis 150 bar. Von dem Hochdruckspeicher 4 zweigen mehrere betriebskenngrößenabhängig steuerbare Einspritzventile 5 ab, die bei entsprechender Ansteuerung Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher 4 mit dem dort anliegenden Einspritzdruck in Brennräume 6 der
10 Brennkraftmaschine einspritzen.

In dem Hochdruckspeicher 4 ist des weiteren ein Drucksensor 7 angeordnet, durch den der in dem Hochdruckspeicher 4 herrschende Einspritzdruck ermittelt und ein entsprechendes
15 elektrisches Signal an ein Steuergerät der Brennkraftmaschine geleitet wird. Schließlich zweigt aus dem Hochdruckbereich HD des Kraftstoffzumesssystems eine Überdruckleitung 8 ab, die über ein Überdruckventil 9 in den Niederdruckbereich ND in dem Einlaß der Hochdruckpumpe
20 2 mündet.

Zwischen der Vorförderpumpe 1 und der Hochdruckpumpe 2 ist der Hochdruckpumpe 2 vorgelagert ein Steuerventil 10 angeordnet. Das der Hochdruckpumpe 2 zugehörige
25 Steuerventil 10 bestimmt durch Schließzeitvariation die pro Hub der Hochdruckpumpe 2 zu dem Hochdruckspeicher 4 geförderte Kraftstoffmenge. Zwischen der Vorförderpumpe 1 und dem Steuerventil 10 ist ein Kraftstofffilter 11 angeordnet. Aus dem Niederdruckbereich ND des
30 Kraftstoffzumesssystems zweigt eine Niederdruckleitung 12 ab, die über einen Niederdruckregler 13 zurück in den Kraftstoff-Vorratsbehälter 3 führt. Der Niederdruckregler 13 sorgt bei schwankenden Förderraten der Hochdruckpumpe 2 für ein konstantes Druckniveau in dem Niederdruckbereich ND
35 des Kraftstoffzumesssystems.

- 8 -

Das in dem Niederdruckbereich ND mechanisch dauerhaft eingestellte Druckniveau erweist sich aber bei starker Erwärmung der Hochdruckpumpe 2 als unzulänglich. Mit der Erwärmung der Hochdruckpumpe 2 steigt auch die Temperatur des Kraftstoffs und damit der Dampfdruck des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe 2. Übersteigt der Dampfdruck das durch den Niederdruckregler 13 vorgegebene Druckniveau, kommt es zur Dampfblasenbildung und damit zu einer Kavitation in der Hochdruckpumpe 2. Das kann zu einem Förderstromabfall der Hochdruckpumpe 2, zu Kavitationsgeräuschen und schließlich sogar zur Beschädigung von Bauteilen der Hochdruckpumpe 2 führen.

Um dies zu vermeiden, wird das in Figur 1 dargestellte erfindungsgemäße Kraftstoffzumesssystem vorgeschlagen. Das erfindungsgemäße Kraftstoffzumesssystem weist als wesentlichen Unterschied gegenüber dem aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffzumesssystem (vergleiche Figur 2) keinen Niederdruckregler 13 auf. Der in dem Niederdruckbereich ND herrschende Vordruck wird bei dem erfindungsgemäßen Kraftstoffzumesssystem durch eine bedarfsgeregelte Ansteuerung der Vorförderpumpe 1 eingestellt. Die Vorförderpumpe 1 wird derart angesteuert, dass der Förderstrom durch die Vorförderpumpe 1 in etwa dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe 2 entspricht und der Vordruck in dem Niederdruckbereich ND auf einem vorgegebenen Druckniveau liegt.

Zur Variation des Druckniveaus in dem Niederdruckbereich ND des Kraftstoffzumesssystems kann der Förderstrom durch die Vorförderpumpe 1 kurzzeitig von dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe 2 abweichen. Um das Druckniveau in dem Niederdruckbereich ND konstant zu halten, ist der Förderstrom durch die Vorförderpumpe 1 im Idealfall identisch mit dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe 2. Zum Ausgleich von geringen Druckverlusten aufgrund von

Lecks in dem Niederdruckbereich ND, verursacht bspw. durch Fertigungstoleranzen oder Verschleißerscheinungen, kann es in der Praxis jedoch nötig sein, den Förderstrom durch die Vorförderpumpe 1 etwas größer zu wählen als den Förderstrom durch die Hochdruckpumpe 2. Wird das Fördergleichgewicht durch Erwärmung der Hochdruckpumpe 2 und dadurch hervorgerufene Kavitation gestört, wird das vorgegebene Druckniveau in dem Niederdruckbereich ND durch Erhöhen des Förderstroms durch die Vorförderpumpe 1 angehoben.

Die Vorförderpumpe 1 wird von einem Steuergerät 14 der Brennkraftmaschine angesteuert, indem die Ankerspannung U_{Ank} des Antriebsmotors der Vorförderpumpe 1 variiert wird. Die Ankerspannung U_{Ank} des Antriebsmotors wird durch Pulsweitenmodulation variiert. Dazu wird ein Ansteuersignal des Steuergeräts 14 über Mittel 15 zur Pulsweitenmodulation geführt. Die pulsweitenmodulierte Ankerspannung U_{Ank} wird dann von den Mitteln 15 zu dem Antriebsmotor der Vorförderpumpe 1 geführt.

In dem Steuergerät 14 der Brennkraftmaschine sind in einem Kennfeld 16 Taktverhältnisse der Pulsweitenmodulation über der Drehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine und der Ansteuerdauer T_M des Steuerventils 10 abgelegt. Die Taktverhältnisse der Pulsweitenmodulation werden zur Variation der Ankerspannung U_{Ank} herangezogen. Die Ansteuerdauer T_M des Steuerventils 10 wird aus verschiedenen Betriebskenngrößen x_i ermittelt, die an dem Steuergerät 14 anliegen. Alternativ können die Taktverhältnisse der Pulsweitenmodulation in dem Steuergerät 14 auch in einer Kennlinie über dem Produkt aus der Drehzahl n_{mot} der Brennkraftmaschine und der Ansteuerdauer T_M des Steuerventils 10 abgelegt sein.

Durch den Wegfall des verschleißanfälligen, mechanischen Niederdruckreglers 13 ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen

- 10 -

Kraftstoffzumesssystem eine Erhöhung der Zuverlässigkeit und eine Kostenreduktion. Aufgrund der bedarfsgeregelten Ansteuerung der Vorförderpumpe 1 werden die Betriebsgeräusche und die Leistungsaufnahme der Vorförderpumpe 1 vermindert. Schließlich ist bei dem erfindungsgemäßen Kraftstoffzumesssystem die Kavitation in der Hochdruckpumpe 2 ohne zusätzliche Sensorik bspw. für den in dem Niederdruckbereich ND herrschenden Vordruck oder die Temperatur des Kraftstoffs in der Hochdruckpumpe 2 entscheidend vermindert, im Idealfall sogar beseitigt.

5

Ansprüche

- 10 1. Verfahren zum Betrieb einer Vorförderpumpe (1) eines Kraftstoffzumesssystems einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine, wobei das Kraftstoffzumesssystem außer der Vorförderpumpe (1) eine Hochdruckpumpe (2) aufweist und wobei die Vorförderpumpe (1) Kraftstoff in einen
- 15 Niederdruckbereich (ND) des Kraftstoffzumesssystems und die Hochdruckpumpe (2) Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich (ND) in einen Hochdruckbereich (HD) des Kraftstoffzumesssystems fördert, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorförderpumpe (1) bedarfsgeregelt angesteuert wird, so dass der Förderstrom durch die Vorförderpumpe (1)
- 20 in etwa dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe (2) entspricht und in dem Niederdruckbereich (ND) ein vorgegebenes Druckniveau herrscht.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorförderpumpe (1) als eine Elektrokraftstoffpumpe ausgebildet ist und dass die Elektrokraftstoffpumpe durch Variation der Ankerspannung (U_{Ank}) des Antriebsmotors der Elektrokraftstoffpumpe angesteuert wird.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankerspannung (U_{Ank}) des Antriebsmotors durch Pulsweitenmodulation variiert wird.
- 35 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorförderpumpe (1) durch ein

- 12 -

Steuergerät (14) der Brennkraftmaschine angesteuert wird.

5 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Steuergerät (14) der Brennkraftmaschine in
einem Kennfeld (16) Taktverhältnisse der
Pulsweitenmodulation abgelegt sind, die zur Ansteuerung der
Vorförderpumpe (1) herangezogen werden.

10 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
dass das Kennfeld (16) der Taktverhältnisse über der
Drehzahl (n_{mot}) der Brennkraftmaschine und der
Ansteuerdauer (T_M) eines zwischen der Vorförderpumpe (1)
und der Hochdruckpumpe (2) angeordneten Steuerventils (10)
aufgespannt ist.

15 7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Steuergerät (14) der Brennkraftmaschine in
einer Kennlinie Taktverhältnisse der Pulsweitenmodulation
abgelegt sind, die zur Ansteuerung der Vorförderpumpe (1)
20 herangezogen werden.

25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,
dass die Kennlinie der Taktverhältnisse über dem Produkt
aus der Drehzahl (n_{mot}) der Brennkraftmaschine und der
Ansteuerdauer (T_M) eines zwischen der Vorförderpumpe (1)
und der Hochdruckpumpe (2) angeordneten Steuerventils (10)
abgelegt ist.

30 9. Kraftstoffzumesssystem einer direkteinspritzenden
Brennkraftmaschine, mit einer Vorförderpumpe (1) und einer
Hochdruckpumpe (2), wobei die Vorförderpumpe (1) Kraftstoff
in einen Niederdruckbereich (ND) des
Kraftstoffzumesssystems und die Hochdruckpumpe (2)
Kraftstoff aus dem Niederdruckbereich (ND) in einen
35 Hochdruckbereich (HD) des Kraftstoffzumesssystems fördert,
dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftstoffzumesssystem

- 13 -

Mittel (14, 15, 16) zur bedarfsgeregelten Ansteuerung der Vorförderpumpe (1) aufweist, so dass der Förderstrom durch die Vorförderpumpe (1) in etwa dem Förderstrom durch die Hochdruckpumpe (2) entspricht und in dem Niederdruckbereich (ND) ein vorgegebenes Druckniveau herrscht.

5

10. Kraftstoffzumesssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorförderpumpe (1) als eine Elektrokraftstoffpumpe ausgebildet ist und die Mittel (14, 15, 16) zur Ansteuerung der Vorförderpumpe (1) die Ankerspannung (U_{Ank}) des Antriebsmotors der Elektrokraftstoffpumpe variieren.

10

11. Kraftstoffzumesssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (14, 15, 16) zur Ansteuerung der Vorförderpumpe (1) die Ankerspannung (U_{Ank}) des Antriebsmotors durch Pulsweitenmodulation variieren.

15

20

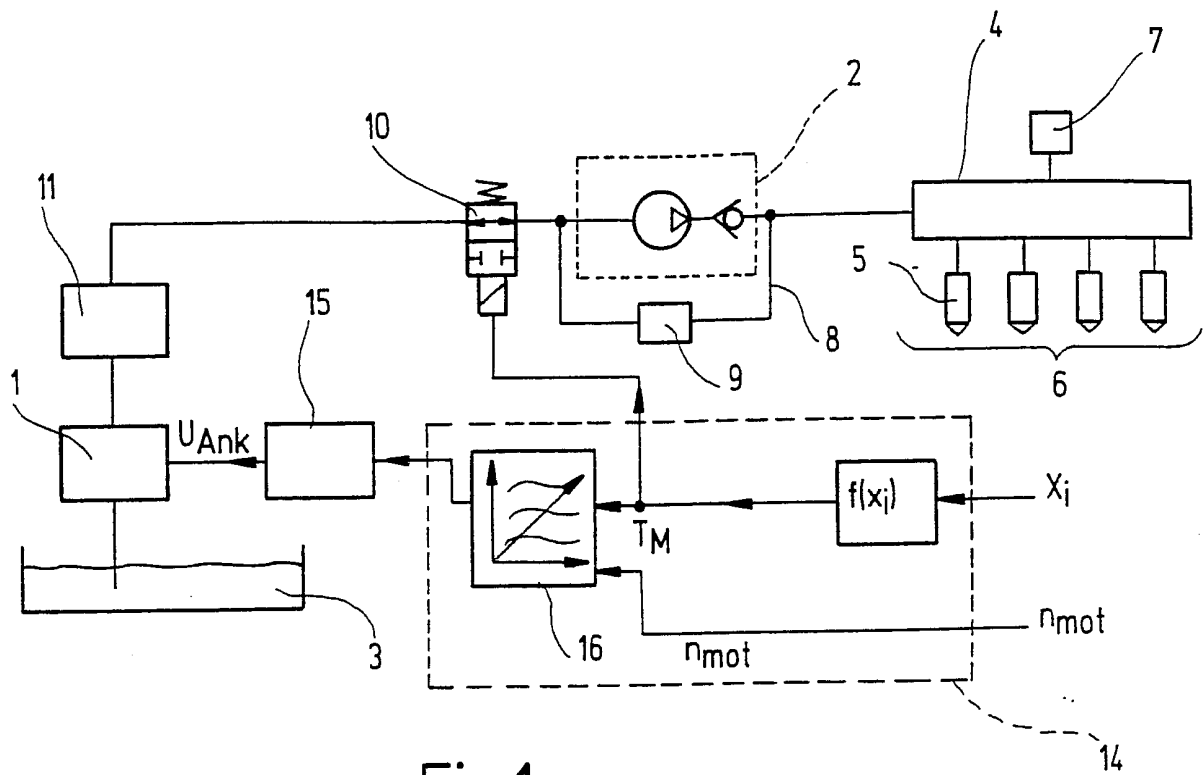


Fig.1

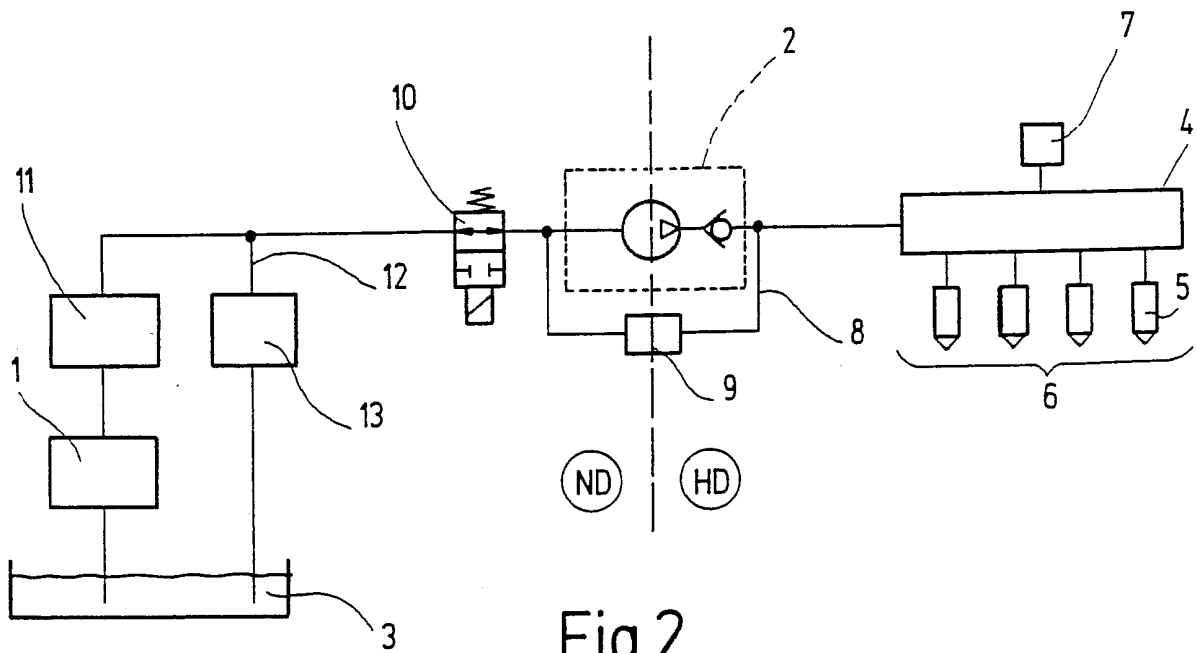


Fig.2