

(19)



(11)

EP 2 787 213 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.09.2016 Patentblatt 2016/37

(51) Int Cl.:
F02M 43/02 (2006.01) F02M 25/03 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14156481.5**

(22) Anmeldetag: **25.02.2014**

(54) **Kraftstoff-Pumpeneinheit**

Fuel pumping unit

Pompe à carburant

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

(30) Priorität: **02.04.2013 DE 102013205773**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.10.2014 Patentblatt 2014/41

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(72) Erfinder: **Dr. Bartelt, Hans-Christian
80807 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 055 926 CA-A1- 2 758 246
DE-A1- 4 040 235 US-A- 3 215 080**

EP 2 787 213 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Pumpeneinheit gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Zum Betreiben von Verbrennungsmotoren ist das direkte Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkammer des Motors eine bereits seit vielen Jahren bekannte Technik, die inzwischen bei Kraftfahrzeugmotoren, insbesondere bei Ottomotoren, weit verbreitet ist.

[0003] Außerdem ist bekannt, dass die Verbrennung des Kraftstoffs im Verbrennungsmotor günstig beeinflusst werden kann, wenn zusätzlich zum Kraftstoff als erster Einspritzflüssigkeit noch eine weitere, zweite Einspritzflüssigkeit vorgesehen ist, die beispielsweise in die Brennkammer selbst oder in das Saugrohr vor der Brennkammer eingespritzt wird. Als zweite Einspritzflüssigkeit kommt dabei insbesondere Wasser zum Einsatz.

[0004] Es hat sich herausgestellt, dass sich durch die Beimischung der zweiten Einspritzflüssigkeit in einigen Kennfeldbereichen des Verbrennungsmotors eine Kraftstoffersparnis und/oder eine Verringerung der Abgas Schadstoffe erreichen lässt.

[0005] In der US 3,215,080 ist eine Pumpenvorrichtung zur Kraftstoffeinspritzung in einem Kraftfahrzeug beschrieben, die eine Kolbenpumpe sowie einen zusätzlichen Kolben umfasst, sodass die Pumpenvorrichtung gleichzeitig zwei verschiedene flüssige Kraftstoffe in einen Verbrennungszyylinder des Kraftfahrzeugs fördern kann, beispielsweise Benzin mit hoher Oktanzahl und Diesel.

[0006] Die CA 2 758 246 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Pumpen von Kraftstoff zu einer Einspritzanlage eines Verbrennungsmotors. Dabei wird ein flüssiger Kraftstoff zunächst auf einen ersten Druck gebracht und anschließend als Hydraulikfluid zum Antreiben einer Pumpe für gasförmigen Kraftstoff verwendet, wobei der gasförmige Kraftstoff durch die Pumpe auf einen zweiten Druck gebracht wird.

[0007] Die DE 40 40 235 A1 zeigt eine Einspritzpumpe für Dieselmotoren, bei welcher der Arbeitsraum eines Pumpenkolbens durch einen gleichachsig mit dem Pumpenkolben angeordneten, verschiebbar geführten Trennkolben begrenzt ist, wobei der Trennkolben durch den Pumpenkolben über das im Arbeitsraum des Pumpenkolbens eingeschlossene Kraftstoffvolumen hydraulisch zu einer Bewegung angetrieben wird. Der Arbeitsraum des Trennkolbens steht in gesteuerter Verbindung mit einer Quelle für wenigstens eine Zusatzflüssigkeit, z. B. Wasser, wobei eine dosierte Kraftstoffmenge und eine dosierte Wassermenge dem Arbeitsraum zugeführt und vom Arbeitsraum gemeinsam in den Verbrennungsmotor eingespritzt werden.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine kompakte Kraftstoff-Pumpeneinheit zu schaffen, die neben dem Kraftstoff als erster Einspritzflüssigkeit mit geringem konstruktiven und steuerungstechnischen Aufwand eine zweite Einspritzflüssigkeit zum Einspritzen in eine Brennkammer des Verbrennungsmotors bereitstellt.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Kraftstoff-Pumpeneinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Dadurch ergibt sich in vorteilhafter Weise eine "simultane", aber stofflich getrennte Förderung der beiden Einspritzflüssigkeiten mittels eines einzigen Pumpenantriebs. Ein Förderdruck der Kraftstoffpumpe erzeugt somit einerseits einen gewünschten Betriebsdruck für den als erste Einspritzflüssigkeit bezeichneten Kraftstoff, sowie darüber hinaus mittels der Verdrängereinheit auch einen gewünschten Betriebsdruck für die zweite Einspritzflüssigkeit.

[0010] In der Grundform der Erfindung muss der Pumpenantrieb nicht Gegenstand der Erfindung sein.

[0011] In einer Ausführungsform der Kraftstoff-Pumpeneinheit ist außerdem ein Einlassventil vorgesehen, das eine Kraftstoffleitung zwischen dem ersten Niederdruckanschluss und der Pumpe freigeben oder sperren kann. Aufgrund dieses Einlassventils lässt sich als Pumpe eine herkömmliche Kraftstoffpumpe mit oszillierendem Kolben einsetzen, welche sich in Kraftfahrzeugen bereits vielfach bewährt hat.

[0012] Die Verdrängereinheit weist ein Verdrängerelement auf, das einen ersten Druckraum der Verdrängereinheit im Wesentlichen flüssigkeitsdicht von einem zweiten Druckraum der Verdrängereinheit trennt. Das Verdrängerelement erzeugt folglich mit geringem konstruktiven Aufwand eine hydraulische Kopplung und zugleich eine stoffliche Trennung der beiden Einspritzflüssigkeiten.

[0013] Hierbei sind vorzugsweise der erste Druckraum zwischen dem ersten Hochdruckanschluss und dem Einlassventil an eine Kraftstoffleitung und/oder der zweite Druckraum an eine Hydraulikleitung für die zweite Einspritzflüssigkeit angeschlossen. Gemäß dieser Ausgestaltung werden die Pumpe und die Verdrängereinheit über die erste Einspritzflüssigkeit antriebsmäßig miteinander gekoppelt, das heißt, die Pumpe fördert die erste Einspritzflüssigkeit zum Verdrängerelement, um dieses anzutreiben, was wiederum die Förderung der zweiten Einspritzflüssigkeit hervorruft.

[0014] Die Hydraulikleitung kann für die zweite Einspritzflüssigkeit den zweiten Niederdruckanschluss mit dem zweiten Hochdruckanschluss verbinden.

[0015] Erfindungsgemäß ist die Verdrängereinheit eine Zylinder/Kolben-Einheit, die einen Zylinder sowie einen im Zylinder entlang einer Zylinderachse verschieblich aufgenommenen, als Verdrängerelement wirkenden Kolben umfasst, der den Zylinder im Wesentlichen flüssigkeitsdicht unterteilt in einen mit Kraftstoff befüllbaren ersten Druckraum und einen mit zweiter Einspritzflüssigkeit befüllbaren zweiten Druckraum. Derartige Zylinder/Kolben-Einheiten sind aufgrund ihrer einfachen und robusten Bauweise besonders funktionssicher, langlebig und preiswert, sodass sie sich für den Einsatz in Kraftstoff-Pumpeneinheiten von Verbrennungsmotoren besonders eignen. Aufgrund der geringen Fördervolumina wäre als Verdrängereinheit alternativ auch eine Membranbauweise denkbar, bei der ein Zylinder durch eine als

Verdrängerelement wirkende elastische Membran in zwei Druckräume getrennt ist.

[0016] Bevorzugt weist der Zylinder einer als Zylinder/Kolben-Einheit ausgeführten Verdrängereinheit eine zylindrische Seitenwand auf, wobei ein Hochdruckanschluss wenigstens eines Druckraums in der Seitenwand ausgebildet und von einer zugeordneten axialen Stirnwand des Zylinders beabstandet ist. Diese Zylinderkonstruktion bewirkt eine hydraulische Anschlagdämpfung für den Kolben, sodass sich mit geringem konstruktiven Aufwand ein besonders geräuscharmer Betrieb der Kraftstoff-Pumpeneinheit realisieren lässt.

[0017] Erfindungsgemäß ist im ersten Druckraum ein Federelement vorgesehen, das den Kolben in Richtung zum zweiten Druckraum beaufschlagt. Sollte die zweite Einspritzflüssigkeit aufgrund geringer Umgebungstemperaturen einfrieren, so können auf diese Weise mit geringem Aufwand Frostschäden an der Kraftstoff-Pumpeneinheit vermieden werden, indem der Kolben beim Einfrieren und Ausdehnen der zweiten Einspritzflüssigkeit in Richtung der ersten Einspritzflüssigkeit ausweichen kann und damit ein Druckaufbau auf der Seite der zweiten Einspritzflüssigkeit verhindert oder verringert wird.

[0018] Ferner ist auch im zweiten Druckraum ein Federelement vorgesehen, das den Kolben in Richtung zum ersten Druckraum beaufschlagt. Dieses Federelement bewirkt eine Absenkung des notwendigen Vorlaufdrucks der zweiten Einspritzflüssigkeit.

[0019] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Kraftstoff-Pumpeneinheit stehen die Pumpe und der erste Druckraum über eine Kraftstoffleitung hydraulisch unmittelbar, das heißt ohne zwischengeschaltete Durchflusssteuerelemente, in Strömungsverbindung. Diese unmittelbare Strömungsverbindung ermöglicht die gewünschte Bereitstellung eines Betriebsdrucks für die zweite Einspritzflüssigkeit ohne weiteren steuerungs- oder regelungstechnischen Aufwand. Folglich ist die Kraftstoff-Pumpeneinheit insgesamt sowohl konstruktiv als auch steuerungstechnisch einfach und preiswert herstellbar.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform der Pumpeneinheit ist bevorzugt, dass zwischen dem zweiten Hochdruckanschluss und dem zweiten Druckraum ein Ventil vorgesehen ist, welches eine Flüssigkeitsströmung vom zweiten Druckraum zum zweiten Hochdruckanschluss freigibt und eine entgegengesetzte Flüssigkeitsströmung sperrt, und dass zwischen dem zweiten Niederdruckanschluss und dem zweiten Druckraum ein weiteres Ventil vorgesehen ist, welches eine Flüssigkeitsströmung vom zweiten Niederdruckanschluss zum zweiten Druckraum freigibt und eine entgegengesetzte Flüssigkeitsströmung sperrt. Diese Ventile sind vorzugsweise einfache Rückschlagventile und stellen mit geringem Aufwand sicher, dass die zweite Einspritzflüssigkeit über den zweiten Niederdruckanschluss zuströmt und über den zweiten Hochdruckanschluss abströmt, ohne dass es zu nennenswerten Flüssigkeitsverlusten kommt.

[0021] Vorzugsweise ist zwischen der Pumpe und dem ersten Hochdruckanschluss ein Ventil, insbesondere ein Rückschlagventil vorgesehen, das eine Kraftstoffströmung von der Pumpe zum ersten Hochdruckanschluss freigibt und eine entgegengesetzte Kraftstoffströmung sperrt. Dieses Ventil verhindert einfach und zuverlässig eine unerwünschte Kraftstoff-Rückströmung vom ersten Hochdruckanschluss in Richtung zur Pumpe.

[0022] Die Pumpe kann insbesondere eine Kolbenpumpe und der Pumpenantrieb vorzugsweise ein Nocken-antrieb sein. Damit entspricht die Pumpe einer derzeit üblichen, bewährten Kraftstoffpumpe mit herkömmlichem Nocken-antrieb. Infolgedessen lässt sich die zusätzliche Förderung der zweiten Einspritzflüssigkeit mit geringem Aufwand in bereits etablierte Pumpensysteme integrieren.

[0023] Insbesondere beim Einsatz einer Pumpe mit oszillierendem Kolben kann ein an die Pumpe angeschlossener Druckdämpfer zur Dämpfung von Druckpulsationen vorgesehen sein. Mittels eines solchen Druck- oder Pulsationsdämpfers lassen sich unerwünschte, bauartbedingte Förderstompulsationen einfach und wirkungsvoll auf ein akzeptables Maß reduzieren.

[0024] Zwischen der Pumpe und dem ersten Hochdruckanschluss ist bevorzugt ein Druckbegrenzungsventil vorgesehen. Mit diesem Druckbegrenzungsventil lässt sich sowohl der Förderdruck der ersten Einspritzflüssigkeit, d.h. des Kraftstoffs, als auch der Förderdruck der zweiten Einspritzflüssigkeit auf einen einstellbaren Maximaldruck begrenzen, um beispielsweise im Fehlerfall einer Vollförderung der Pumpe eine Beschädigung der Kraftstoff-Pumpeneinheit zu verhindern. Vorzugsweise ist ein Hochdruckbereich für die zweite Einspritzflüssigkeit auf denselben Maximaldruck ausgelegt wie ein Hochdruckbereich für die erste Einspritzflüssigkeit. Dann kann auf ein separates Druckbegrenzungsventil zur Absicherung des Hochdruckbereichs für die zweite Einspritzflüssigkeit verzichtet werden.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Kraftstoff-Pumpeneinheit ist am zweiten Hochdruckanschluss ein Drosselventil zur Drucksteuerung oder Druckregelung der zweiten Einspritzflüssigkeit vorgesehen. Für den Fall, dass ein Einspritzdruck der zweiten Einspritzflüssigkeit unterhalb des Einspritzdrucks der ersten Einspritzflüssigkeit liegen soll, lässt sich ein gewünschter, abgesenkter Einspritzdruck der zweiten Einspritzflüssigkeit mit diesem Drosselventil einfach einstellen.

[0026] Der Kraftstoff als erste Einspritzflüssigkeit unterscheidet sich von der zweiten Einspritzflüssigkeit, wobei die zweite Einspritzflüssigkeit Wasser oder ein Wassergemisch ist.

[0027] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Zeichnung, in der ein schematischer Hydraulikschaltplan der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Pumpeneinheit dargestellt ist.

[0028] Die einzige Figur zeigt eine Kraftstoff-Pumpeneinheit 10 zum Einspritzen eines Kraftstoffs 12 in eine (nicht-gezeigte) Brennkammer eines Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotors, mit einer durch einen Pumpenantrieb 14 betätigbaren Pumpe 16, die den Kraftstoff 12 als erste Einspritzflüssigkeit von einem ersten Niederdruckanschluss 18 zu einem ersten Hochdruckanschluss 20 fördert.

[0029] Die Kraftstoff-Pumpeneinheit 10 weist ein Einlassventil 22 auf, das eine Kraftstoffleitung 24 zwischen dem ersten Niederdruckanschluss 18 und der Pumpe 16 freigeben oder sperren kann. Außerdem ist zwischen der Pumpe 16 und dem ersten Hochdruckanschluss 20 ein als Rückschlagventil ausgebildetes Ventil 26 vorgesehen, das eine Kraftstoffströmung von der Pumpe 16 zum ersten Hochdruckanschluss 20 freigibt und eine entgegengesetzte Kraftstoffströmung sperrt.

[0030] Zur Dämpfung von Förderstropmpulsationen ist an die Pumpe 16 ferner ein Druckdämpfer 28 angeschlossen.

[0031] Schließlich ist zwischen der Pumpe 16 und dem ersten Hochdruckanschluss 20 ein Druckbegrenzungsventil 30 vorgesehen, welches den Förderdruck des Kraftstoffs 12 auf einen einstellbaren Maximaldruck begrenzt.

[0032] Im Betrieb der Kraftstoff-Pumpeneinheit 10 betätigt der als Nockenantrieb ausgeführte Pumpenantrieb 14 einen Kolben 32 der als Kolbenpumpe ausgeführten Pumpe 16, sodass der Kolben 32 in einem Zylinder 34 der Pumpe 16 oszilliert. Damit entspricht die Pumpe 16 einer herkömmlichen Kraftstoffpumpe mit oszillierendem Kolben 32 und üblichem Nockenantrieb.

[0033] Gemäß der Figur entspricht eine Bewegung des Kolbens 32 nach unten einem sogenannten Saughub der Pumpe 16. Während des Saughubs befindet sich das Einlassventil 22 in der dargestellten Freigabeposition, in welcher die Pumpe 16 den als erste Einspritzflüssigkeit verwendeten Kraftstoff 12 über den ersten Niederdruckanschluss 18 in eine Arbeitskammer 36 des Zylinders 34 einsaugen kann. Eine Fluidverbindung zum ersten Hochdruckanschluss 20 ist während des Saughubs der Pumpe 16 durch das Ventil 26 gesperrt.

[0034] Gemäß der Figur entspricht eine Bewegung des Kolbens 32 nach oben einem sogenannten Förderhub der Pumpe 16. Während des Förderhubs befindet sich das Einlassventil 22 in seiner Schließposition, sodass eine Fluidverbindung zum ersten Niederdruckanschluss 18 gesperrt ist. Bei hinreichendem Förderdruck der Pumpe 16 ermöglicht das Ventil 26 jedoch eine Kraftstoffströmung zum ersten Hochdruckanschluss 20. Von diesem ersten Hochdruckanschluss 20 kann der Kraftstoff 12 dann über eine (nicht dargestellte) Einspritzvorrichtung der Brennkammer des Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotors, insbesondere eines Ottomotors zugeführt werden.

[0035] Um eine Beschädigung der Kraftstoff-Pumpeneinheit 10 oder der Einspritzvorrichtung zu verhindern, wird der Förderdruck des Kraftstoffs 12 mittels des

Druckbegrenzungsventils 30 auf einen einstellbaren Maximaldruck begrenzt.

[0036] Die allgemeine Funktionsweise einer Kraftstoff-Pumpeneinheit 10 umfassend die Pumpe 16, das Einlassventil 22, das Ventil 26, den Druckdämpfer 28 und das Druckbegrenzungsventil 30 ist bereits aus dem Stand der Technik bekannt, sodass darauf im Folgenden nicht näher eingegangen wird.

[0037] Die Besonderheit der in der Figur abgebildeten Kraftstoff-Pumpeneinheit 10 besteht darin, dass die Pumpe 16 mit einer Verdrängereinheit 38 hydraulisch gekoppelt ist und über die Verdrängereinheit 38 eine zweite Einspritzflüssigkeit 40 von einem zweiten Niederdruckanschluss 42 zu einem zweiten Hochdruckanschluss 44 fördern kann. Daraus ergibt sich der Vorteil einer simultanen, aber stofflich getrennten Förderung der beiden Einspritzflüssigkeiten 12, 40 mittels eines einzigen Pumpenantriebs 14 bei minimalem Steuerungsbzw. Regelungsaufwand.

[0038] Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Verdrängereinheit 38 ein Verdrängerelement 46 auf, das einen ersten Druckraum 48 der Verdrängereinheit 38 im Wesentlichen flüssigkeitsdicht von einem zweiten Druckraum 50 der Verdrängereinheit 38 trennt.

[0039] Als Verdrängereinheit 38 ist gemäß der Figur eine Zylinder/Kolben-Einheit vorgesehen, die einen Zylinder 52 sowie einen im Zylinder 52 entlang einer Zylinderachse A verschieblich aufgenommenen Kolben umfasst, wobei der Kolben das Verdrängerelement 46 bildet und den Zylinder 52 im Wesentlichen flüssigkeitsdicht unterteilt in den mit Kraftstoff 12 befüllbaren ersten Druckraum 48 und den mit zweiter Einspritzflüssigkeit 40 befüllbaren zweiten Druckraum 50.

[0040] Die Pumpe 16, konkret die Arbeitskammer 36 im Zylinder 34 der Pumpe 16, und der erste Druckraum 48 stehen ausschließlich über die Kraftstoffleitung 24 hydraulisch unmittelbar, das heißt ohne zwischengeschaltete Durchflusssteuerelemente, in Strömungsverbindung. Aufgrund dieser einfachen, unmittelbaren Druckkopplung zwischen der Pumpe 16 und der Verdrängereinheit 38 entfällt eine zwischengeschaltete, separate Drucksteuerung oder Druckregelung für die zweite Einspritzflüssigkeit 40, wobei dies keinerlei funktionale Beeinträchtigung in Bezug auf die Förderung der zweiten Einspritzflüssigkeit 40 mit sich bringt.

[0041] Der erste Druckraum 48 ist zwischen dem ersten Hochdruckanschluss 20 und dem Einlassventil 22 an die Kraftstoffleitung 24 angeschlossen, und der zweite Druckraum 50 ist an Hydraulikleitungen 54, 55 für die zweite Einspritzflüssigkeit 40 angeschlossen, welche den zweiten Niederdruckanschluss 42 mit dem zweiten Hochdruckanschluss 44 verbinden.

[0042] Um eine einfache und zuverlässige Förderung der zweiten Einspritzflüssigkeit 40 zu gewährleisten, ist zwischen dem zweiten Hochdruckanschluss 44 und dem zweiten Druckraum 50 ein als Rückschlagventil ausgebildetes Ventil 56 vorgesehen, welches eine Flüssigkeitsströmung vom zweiten Druckraum 50 zum zweiten

Hochdruckanschluss 44 freigibt und eine entgegengesetzte Flüssigkeitsströmung sperrt. Außerdem ist zwischen dem zweiten Niederdruckanschluss 42 und dem zweiten Druckraum 50 ein weiteres, als Rückschlagventil ausgebildetes Ventil 58 vorgesehen, welches eine Flüssigkeitsströmung vom zweiten Niederdruckanschluss 42 zum zweiten Druckraum 50 freigibt und eine entgegengesetzte Flüssigkeitsströmung sperrt.

[0043] Bei einem Saughub der Pumpe 16 wird infolge der unmittelbaren Strömungsverbindung zwischen der Pumpe 16 und dem ersten Druckraum 48 Kraftstoff 12 aus dem ersten Druckraum 48 gesaugt, sodass sich das Verdrängerelement 46 gemäß der Figur nach oben bewegt. In Bezug auf die zweite Einspritzflüssigkeit 40 entspricht dies einem Saughub der Verdrängereinheit 38, da über das Ventil 58 zweite Einspritzflüssigkeit 40 vom zweiten Niederdruckanschluss 42 angesaugt wird.

[0044] Bei einem Förderhub des Kolbens 32 der Pumpe 16 wird entsprechend Kraftstoff 12 in den ersten Druckraum 48 der Verdrängereinheit 38 gepresst, sodass sich das Verdrängerelement 46 gemäß der Figur nach unten bewegt. In Bezug auf die zweite Einspritzflüssigkeit 40 entspricht dies einem Förderhub der Verdrängereinheit 38, da über das Ventil 56 zweite Einspritzflüssigkeit 40 zum zweiten Hochdruckanschluss 44 gefördert wird.

[0045] Ein Förderdruck der zweiten Einspritzflüssigkeit 40 erreicht infolge der unmittelbaren Druckkopplung über die als Zylinder/Kolben-Einheit ausgebildete Verdrängereinheit 38 maximal den Förderdruck des Kraftstoffs 12 als erster Einspritzflüssigkeit. Ein mittels des Druckbegrenzungsventils 30 eingestellter Maximaldruck für den Kraftstoff 12 stellt folglich auch den Maximaldruck für die zweite Einspritzflüssigkeit 40 dar, ohne dass eine weitere, separate Druckbegrenzung für die zweite Einspritzflüssigkeit 40 notwendig ist.

[0046] Sollte für die zweite Einspritzflüssigkeit 40 ein geringerer sowie gegebenenfalls einstellbarer Förderdruck gewünscht sein, so kann am zweiten Hochdruckanschluss 44 optional ein Drosselventil 60 zur Drucksteuerung oder Druckregelung der zweiten Einspritzflüssigkeit 40 vorgesehen sein. In der Figur ist das Drosselventil 60 separat ausgebildet und dem zweiten Hochdruckanschluss 44 nachgeschaltet. Alternativ ist natürlich auch denkbar, dass das Drosselventil 60 in die Kraftstoff-Pumpeneinheit 10 integriert ist.

[0047] Gemäß der Figur ist im ersten Druckraum 48 ein Federelement 62 vorgesehen, welches das Verdrängerelement 46 axial in Richtung zum zweiten Druckraum 50 beaufschlagt. Dieses Federelement 62 ist als Schraubendruckfeder ausgebildet und verdrängt bei Pumpenstillstand zweite Einspritzflüssigkeit 40 aus dem zweiten Druckraum 50. Sollte die zweite Einspritzflüssigkeit 40 aufgrund geringer Umgebungstemperaturen im Bereich der Verdrängereinheit 38 vereisen, so kann das Verdrängerelement 46 in Richtung zum ersten Druckraum 48 ausweichen und Raum für die Ausdehnung der zweiten Einspritzflüssigkeit 40 freigeben. Somit lassen sich mit-

tels des Federelements 62 Frostschäden durch die räumliche Ausdehnung beim Einfrieren der zweiten Einspritzflüssigkeit 40 vermeiden. Der Einfrierschutz kann auch dadurch erzeugt werden, dass beim Abstellen des Verbrennungsmotors der Kraftstoffdruck im Druckraum 48 größer ist als der Druck der zweiten Einspritzflüssigkeit 40 im Druckraum 50. Hierdurch verdrängt das Verdrängerelement 46 beim Abstellen des Verbrennungsmotors die zweite Einspritzflüssigkeit 40 aus dem Druckraum 50.

[0048] Gemäß der Figur ist auch im zweiten Druckraum 50 ein Federelement 64 vorgesehen, welches das Verdrängerelement 46 axial in Richtung zum ersten Druckraum 48 beaufschlagt. Das als Schraubendruckfeder ausgebildete Federelement 64 unterstützt den am zweiten Niederdruckanschluss 42 anliegenden Flüssigkeitsdruck der zweiten Einspritzflüssigkeit 40 beim Verschieben des Verdrängerelements 46 in Richtung zum ersten Druckraum 48, wodurch ein erforderlicher Vorlaufdruck der zweiten Einspritzflüssigkeit 40 abgesenkt werden kann.

[0049] Besonders bevorzugt sind sowohl das Federelement 62 als auch das Federelement 64 vorhanden und bewirken zusätzlich eine mechanische Anschlagdämpfung des als Kolben ausgebildeten Verdrängerelements 46 im Zylinder 52.

[0050] Alternativ oder zusätzlich zu der oben erwähnten mechanischen Anschlagdämpfung lässt sich über die Positionierung der Druckraumanschlüsse auch eine hydraulische Anschlagdämpfung des Verdrängerelements 46 realisieren. So ist gemäß der Figur ein Hochdruckanschluss 66 des zweiten Druckraums 50 in einer Seitenwand 68 des Zylinders 52 ausgebildet und von einer zugeordneten axialen Stirnwand 74 des Zylinders 52 beabstandet. Bei einem Förderhub der Verdrängereinheit 38 bewegt sich das Verdrängerelement 46 ungedämpft bis zum Hochdruckanschluss 66 und bremst seine Bewegung dann selbstständig, wenn es den Hochdruckanschluss 66 erreicht und zunehmend verschließt. Die im zweiten Druckraum 50 verbleibende, zweite Einspritzflüssigkeit 40 wirkt dann zusammen mit der Hydraulikleitung 55 als "hydraulisches Dämpfungskissen". Ein Niederdruckanschluss 72 des zweiten Druckraums 50 ist gemäß der Figur in der Stirnwand 74 am zugeordneten axialen Ende 70 des Zylinders 52 ausgebildet, könnte alternativ jedoch auch in der Seitenwand 68 des Zylinders 52 vorgesehen sein. Diese Zylinderkonstruktion bewirkt im zweiten Druckraum 50 eine hydraulische Anschlagdämpfung für den Kolben, sodass sich mit geringem konstruktiven Aufwand ein besonders geräuscharmer Betrieb der Kraftstoff-Pumpeneinheit 10 realisieren lässt. Eine solche hydraulische Anschlagdämpfung kann analog auch kraftstoffseitig ausgebildet sein, um einen Endanschlag des Kolbens im ersten Druckraum 48 zu dämpfen.

[0051] Generell unterscheidet sich der Kraftstoff 12 als erste Einspritzflüssigkeit von der zweiten Einspritzflüssigkeit 40, wobei es sich bei der zweiten Einspritzflüssigkeit 40 vorzugsweise um Wasser oder ein Wasserge-

misch (beispielsweise ein Wasser/Alkohol-Gemisch) handelt. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass die Beimischung von Wasser (oder einem Wassergemisch) zu einer effizienteren Kraftstoffverbrennung im Motor und damit einem verringerten Kraftstoffverbrauch des Kraftfahrzeugs führt.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Pumpeneinheit zum Einspritzen eines Kraftstoffs (12) in eine Brennkammer eines Verbrennungsmotors, mit einer durch einen Pumpenantrieb (14) betätigbaren Pumpe (16), die den Kraftstoff (12) als erste Einspritzflüssigkeit von einem ersten Niederdruckanschluss (18) zu einem ersten Hochdruckanschluss (20) fördert, wobei eine Arbeitskammer (36) der Pumpe (16) mit einer Verdrängereinheit (38) gekoppelt ist und über die Verdrängereinheit (38) eine zweite Einspritzflüssigkeit (40) von einem zweiten Niederdruckanschluss (42) zu einem zweiten Hochdruckanschluss (44) fördern kann, wobei die Verdrängereinheit (38) eine Zylinder/Kolben-Einheit ist, die einen Zylinder (52) sowie einen im Zylinder (52) entlang einer Zylinderachse (A) verschieblich aufgenommenen, als Verdrängerelement (46) wirkenden Kolben umfasst, wobei der Kolben den Zylinder (52) im Wesentlichen flüssigkeitsdicht unterteilt in einen mit Kraftstoff (12) befüllbaren ersten Druckraum (48) und einen mit zweiter Einspritzflüssigkeit (40) befüllbaren zweiten Druckraum (50), wobei im zweiten Druckraum (50) ein Federelement (64) vorgesehen ist, das den Kolben in Richtung zum ersten Druckraum (48) beaufschlagt, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Druckraum (48) ein Federelement (62) vorgesehen ist, das den Kolben in Richtung zum zweiten Druckraum (50) beaufschlagt, wobei die zweite Einspritzflüssigkeit (40) Wasser oder ein Wassergemisch ist.
2. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Einlassventil (22) vorgesehen ist, das eine Kraftstoffleitung (24) zwischen dem ersten Niederdruckanschluss (18) und der Pumpe (16) freigeben oder sperren kann.
3. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Druckraum (48) zwischen dem ersten Hochdruckanschluss (20) und dem Einlassventil (22) an die Kraftstoffleitung (24) und/oder der zweite Druckraum (50) an eine Hydraulikleitung (54) für die zweite Einspritzflüssigkeit (40) angeschlossen sind, insbesondere wobei die Hydraulikleitung (54) für die zweite Einspritzflüssigkeit (40) den zweiten Niederdruckanschluss (42)

mit dem zweiten Hochdruckanschluss (44) verbindet.

4. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche; **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinder (52) eine zylindrische Seitenwand (68) aufweist, wobei ein Hochdruckanschluss (66) wenigstens eines Druckraums (48, 50) in der Seitenwand (68) ausgebildet und von einer zugeordneten axialen Stirnwand (74) des Zylinders (52) beabstandet ist.
5. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (16) und der erste Druckraum (48) über eine Kraftstoffleitung (24) hydraulisch unmittelbar in Strömungsverbindung stehen.
6. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem zweiten Hochdruckanschluss (44) und dem zweiten Druckraum (50) ein Ventil (56) vorgesehen ist, welches eine Flüssigkeitsströmung vom zweiten Druckraum (50) zum zweiten Hochdruckanschluss (44) freigibt und eine entgegengesetzte Flüssigkeitsströmung sperrt, und dass zwischen dem zweiten Niederdruckanschluss (42) und dem zweiten Druckraum (50) ein weiteres Ventil (58) vorgesehen ist, welches eine Flüssigkeitsströmung vom zweiten Niederdruckanschluss (42) zum zweiten Druckraum (50) freigibt und eine entgegengesetzte Flüssigkeitsströmung sperrt.
7. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Pumpe (16) und dem ersten Hochdruckanschluss (20) ein Ventil (26) vorgesehen ist, das eine Kraftstoffströmung von der Pumpe (16) zum ersten Hochdruckanschluss (20) freigibt und eine entgegengesetzte Kraftstoffströmung sperrt.
8. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (16) eine Kolbenpumpe und der Pumpenantrieb (14) vorzugsweise ein Nockenantrieb ist.
9. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein an die Pumpe (16) angeschlossener Druckdämpfer (28) vorgesehen ist.
10. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Pumpe (16) und dem ersten Hochdruckanschluss (20) ein Druckbegrenzungsventil (30) vorgesehen ist.

11. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am zweiten Hochdruckanschluss (44) ein Drosselventil (60) zur Drucksteuerung oder Druckregelung der zweiten Einspritzflüssigkeit (40) vorgesehen ist.

Claims

1. A fuel pump unit for injecting a fuel (12) into a combustion chamber of an internal combustion engine, having a pump (16) which can be actuated by a pump drive (14) and which conveys the fuel (12) as the first, injection liquid from a first low-pressure connection (18) to a first high-pressure connection (20), wherein a working chamber (36) of the pump (16) is coupled to a displacement unit (38) and can convey a second injection liquid (40) from a second low-pressure connection (42) to a second high-pressure connection (44) via the displacement unit (38), wherein the displacement unit (38) is a cylinder/piston unit which comprises a cylinder (52) and a piston which acts as a displacement element (46) and is accommodated displaceably in the cylinder (52) along a cylinder axis (A), wherein the piston divides the cylinder (52) in a substantially water-tight manner into a first pressure chamber (48) fillable with fuel (12) and a second pressure chamber (50) fillable with second injection liquid (40), wherein provided in the second pressure chamber (50) is a spring element (64) which urges the piston towards the first pressure chamber (48), **characterised in that** provided in the first pressure chamber (48) is a spring element (62) which urges the piston towards the second pressure chamber (50), the second injection liquid (40) being water or a water mixture.
2. A fuel pump unit according to claim 1, **characterised in that** an inlet valve (22) is provided which can free or block a fuel line (24) between the first low-pressure connection (18) and the pump (16).
3. A fuel pump unit according to claim 2, **characterised in that** the first pressure chamber (48) is connected to the fuel line (24) between the first high-pressure connection (20) and the inlet valve (22) and/or the second pressure chamber (50) is connected to a hydraulic line (54) for the second injection liquid (40), especially the hydraulic line (54) for the second injection liquid (40) connecting the second low-pressure connection (42) to the second high-pressure connection (44).
4. A fuel pump unit according to any one of the preced-

ing claims, **characterised in that** the cylinder (52) has a cylindrical side wall (68), a high-pressure connection (66) of at least one pressure chamber (48, 50) being formed in the side wall (68) and being at a distance from an associated axial end wall (74) of the cylinder (52).

5. A fuel pump unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the pump (16) and the first pressure chamber (48) are directly hydraulically connected in terms of flow by a fuel line (24).
6. A fuel pump unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** provided between the second high-pressure connection (44) and the second pressure chamber (50) is a valve (56) which frees a flow of liquid from the second pressure chamber (50) to the second high-pressure connection (44) and blocks an opposed flow of liquid, and **in that** provided between the second low-pressure connection (42) and the second pressure chamber (50) is a further valve (58) which frees a flow of liquid from the second low-pressure connection (42) to the second pressure chamber (50) and blocks an opposed flow of liquid.
7. A fuel pump unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** provided between the pump (16) and the first high-pressure connection (20) is a valve (26) which frees a flow of fuel from the pump (16) to the first high-pressure connection (20) and blocks an opposed flow of fuel.
8. A fuel pump unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the pump (16) is a piston pump and the pump drive (14) is preferably a cam drive.
9. A fuel pump unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a pressure damper (28) which is connected to the pump (16) is provided.
10. A fuel pump unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** provided between the pump (16) and the first high-pressure connection (20) is a pressure relief valve (30).
11. A fuel pump unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a throttle valve (60) for controlling the pressure or regulating the pressure of the second injection liquid (40) is provided on the second high-pressure connection (44).

Revendications

1. Unité de pompe de carburant permettant d'injecter un carburant (12) dans une chambre de combustion

d'un moteur à combustion interne comprenant :

- une pompe (16) pouvant être actionnée par un entraînement de pompe (14) qui refoule le carburant (12) constituant un premier liquide d'injection d'un premier raccord basse pression (18) à un premier raccord haute pression (20), une chambre de travail (36) de la pompe (16) étant accouplée à une unité de refoulement, et pouvant refouler par l'intermédiaire de cette unité de refoulement (38) un second liquide d'injection (40) d'un second raccord basse pression (42) à un second raccord haute-pression (44), l'unité de refoulement (38) étant constituée par une unité cylindre / piston qui comprend un cylindre (52) ainsi qu'un piston agissant en tant qu'élément de refoulement (46) logé mobile en translation dans le cylindre (52) le long de l'axe (A) du cylindre, le piston subdivisant le cylindre (52) de façon essentiellement étanche aux liquides en une première chambre de pression (48) pouvant être remplie de carburant (12) et une seconde chambre de pression (50) pouvant être remplie par un second liquide d'injection (40), dans la seconde chambre de pression (50) étant monté un élément de ressort (64) qui rappelle le piston en direction de la première chambre de pression (48),
- caractérisée en ce que**
dans la première chambre de pression (48) il est prévu un élément de ressort (62) qui rappelle le piston en direction de la seconde chambre de pression (50),
le second liquide d'injection (40) étant de l'eau ou un mélange aqueux.
2. Unité de pompe de carburant conforme à la revendication 1,
caractérisée en ce qu'
il est prévu une soupape d'admission (22) pouvant permettre ou bloquer une conduite de carburant (24) située entre le premier raccord basse-pression (18) et la pompe (16).
 3. Unité de pompe de carburant conforme à la revendication 2,
caractérisée en ce que
la première chambre de pression (48) est branchée sur la conduite de carburant (24) entre le premier raccord haute-pression (20) et la soupape d'admission (22), et/ou la seconde chambre de pression (50) est branchée sur une conduite hydraulique (54) pour le second liquide d'injection (40), et en particulier la conduite hydraulique (54) pour le second liquide d'injection (40) relie le second raccord basse pression (42) au second raccord haute pression (44).
 4. Unité de pompe de carburant conforme à l'une des

revendications précédentes,

caractérisée en ce que

le cylindre (52) comporte une paroi latérale cylindrique (68), un raccord haute-pression (66) d'au moins une chambre de pression (48, 50) étant formé dans cette paroi latérale (68) et étant situé à distance d'une paroi frontale (74) axiale associée du cylindre (52).

5. Unité de pompe de carburant conforme à l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
la pompe (16) et la première chambre de pression (48) sont directement en liaison fluïdique par l'intermédiaire d'une conduite de carburant (24).
6. Unité de pompe de carburant conforme à l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce qu'
entre le second raccord haute-pression (44) et la seconde chambre de pression (50) il est prévu une soupape (56) qui permet la circulation de liquide de la première chambre de pression (50) vers le second raccord haute-pression (44) et bloque cette circulation en sens inverse, et **en ce que** entre le second raccord basse-pression (42) et la seconde chambre de pression (50) il est prévu une autre soupape (58) qui permet la circulation de liquide du second raccord basse-pression (42) vers la seconde chambre de pression (50) et bloque cette circulation en sens inverse.
7. Unité de pompe de carburant conforme à l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
entre la pompe (16) et le premier raccord haute-pression (20) il est prévu une soupape (26) qui permet la circulation du carburant de la pompe (16) vers le premier raccord haute-pression (20) et bloque cette circulation en sens inverse.
8. Unité de pompe de carburant conforme à l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que
la pompe (16) est une pompe à piston et l'entraînement de pompe (14) est de préférence un entraînement à came.
9. Unité de pompe de carburant conforme à l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce qu'
il est prévu un amortisseur de pression (28) branché sur la pompe (16).
10. Unité de pompe de carburant conforme à l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce qu'
entre la pompe (16) et le premier raccord haute-pres-

sion (20) il est prévu une soupape de limitation de pression (30).

11. Unité de pompe de carburant conforme à l'une des revendications précédentes, 5
caractérisée en ce que
sur le second raccord haute-pression (44) il est prévu une soupape d'étranglement (60) pour commander ou réguler la pression du second liquide d'injection (40). 10

15

20

25

30

35

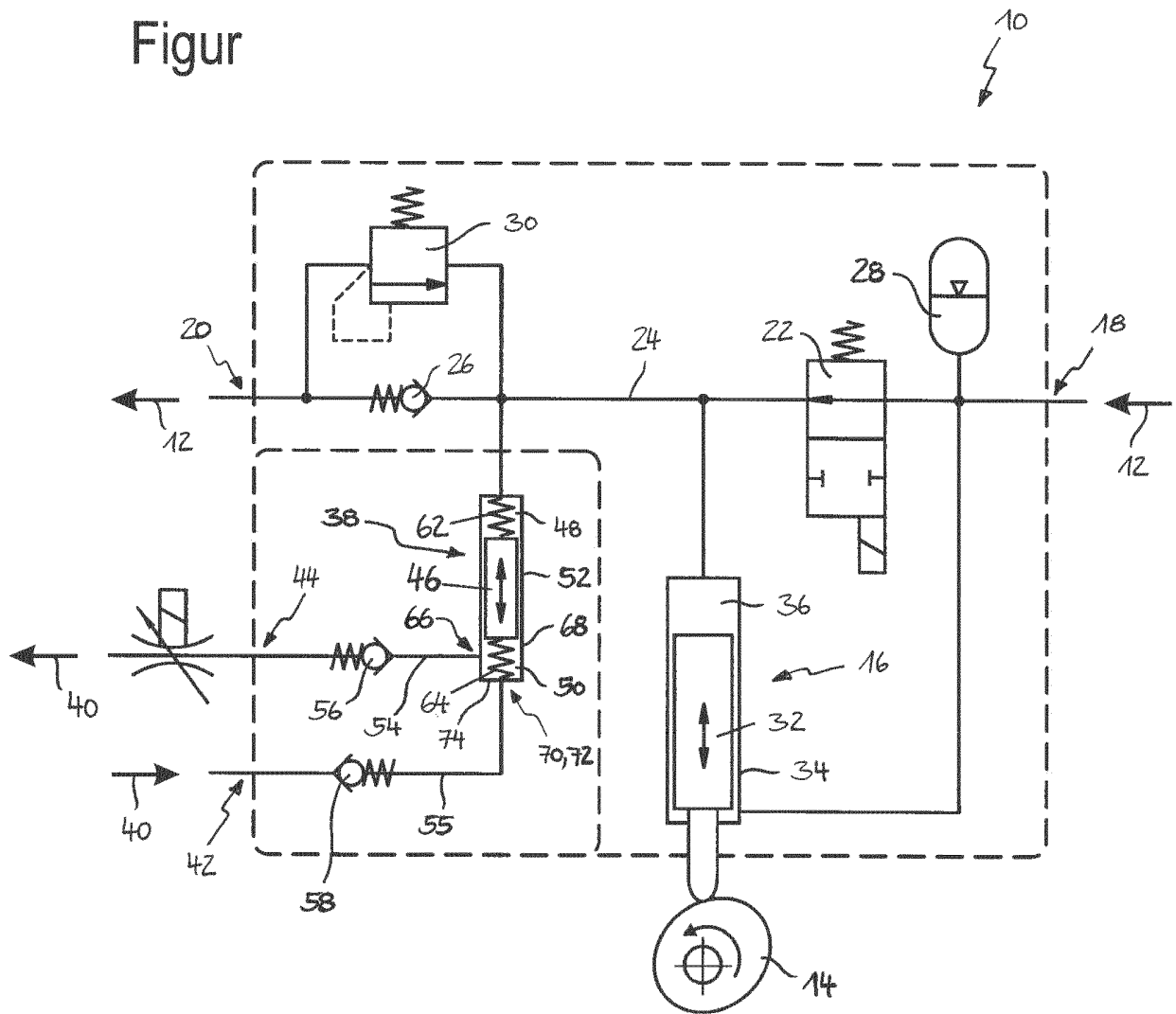
40

45

50

55

Figur



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 3215080 A [0005]
- CA 2758246 [0006]
- DE 4040235 A1 [0007]