



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.10.2014 Patentblatt 2014/41

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

(21) Anmeldenummer: **14156481.5**

(22) Anmeldetag: **25.02.2014**

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

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
80809 München (DE)

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

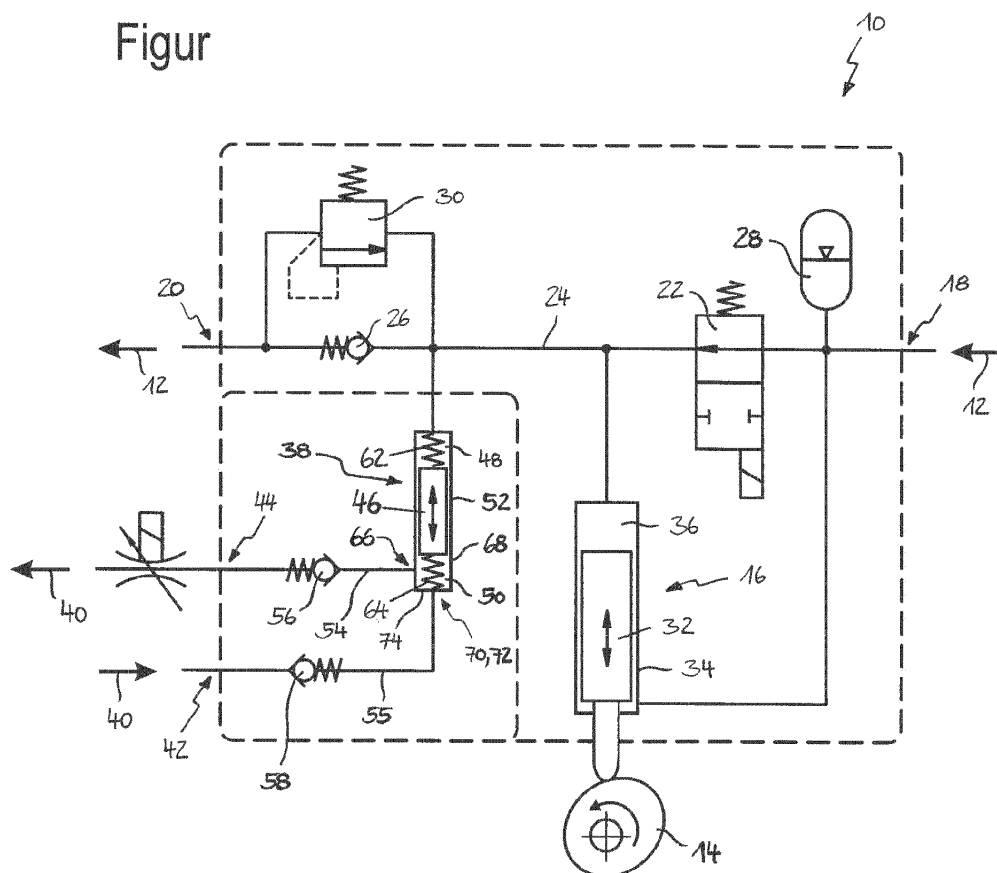
(30) Priorität: **02.04.2013 DE 102013205773**

(54) **Kraftstoff-Pumpeneinheit**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Pumpeneinheit (10) 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 die 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.

Figur



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Pumpeneinheit zum Einspritzen eines Kraftstoffs in eine Brennkammer eines Verbrennungsmotors, mit einer durch einen Pumpenantrieb betätigbaren Pumpe, die den Kraftstoff als erste Einspritzflüssigkeit von einem ersten Niederdruckanschluss zu einem ersten Hochdruckanschluss fördert.

[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 Abgaschadstoffe erreichen lässt.

[0005] 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.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Kraftstoff-Pumpeneinheit der eingangs genannten Art, bei der die Pumpe mit einer Verdrängereinheit gekoppelt ist und über die Verdrängereinheit eine zweite Einspritzflüssigkeit von einem zweiten Niederdruckanschluss zu einem zweiten Hochdruckanschluss fördern kann. 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.

[0007] In der Grundform der Erfindung muss der Pumpenantrieb nicht Gegenstand der Erfindung sein.

[0008] 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.

[0009] Bevorzugt weist die Verdrängereinheit 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.

[0010] 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.

[0011] Die Hydraulikleitung kann für die zweite Einspritzflüssigkeit den zweiten Niederdruckanschluss mit dem zweiten Hochdruckanschluss verbinden.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform der Kraftstoff-Pumpeneinheit 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.

[0013] 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.

[0014] Ist die Verdrängereinheit als Zylinder/Kolben-Einheit ausgeführt, so kann im ersten Druckraum ein Federelement vorgesehen sein, das den Kolben beaufschlagt, vorzugsweise in Richtung zum zweiten Druckraum. 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.

[0015] Ferner kann im zweiten Druckraum ein Federelement vorgesehen sein, das den Kolben beaufschlagt, vorzugsweise in Richtung zum ersten Druckraum. Dieses Federelement bewirkt eine Absenkung des notwendigen Vorlaufdrucks der zweiten Einspritzflüssigkeit.

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] Insbesondere beim Einsatz einer Pumpe mit oszillierendem Kolben kann ein an die Pumpe angeschlossener Druckdämpfer zur Dämpfung von Druckpul-

sationen vorgesehen sein. Mittels eines solchen Druck- oder Pulsationsdämpfers lassen sich unerwünschte, bauartbedingte Förderstompulsationen einfach und wirkungsvoll auf ein akzeptables Maß reduzieren.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] Der Kraftstoff als erste Einspritzflüssigkeit kann sich von der zweiten Einspritzflüssigkeit unterscheiden, wobei die zweite Einspritzflüssigkeit vorzugsweise Wasser oder ein Wassergemisch ist.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] Zur Dämpfung von Förderstompulsationen ist an die Pumpe 16 ferner ein Druckdämpfer 28 ange-

geschlossen.

[0028] 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.

[0029] Im Betrieb der Kraftstoff-Pumpeneinheit 10 betätigt der als Nockentrieb 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 Nockentrieb.

[0030] 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 Freigabe-Position, 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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 Steuerungs- bzw. Regelungsaufwand.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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 Durchflussteuerelemente, 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] Bei einem Förderhub des Kolbens 32 der Pumpe 16 wird entsprechend Kraftstoff 12 in den ersten

Druckraum 48 der Verdrängereinheit 38 gepresst, so dass 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.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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 mittels 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.

[0045] 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 wer-

den kann.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] 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 Wassergemisch (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, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Arbeitskammer

- mer (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.
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 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrängereinheit (38) ein Verdrängerelement (46) aufweist, das einen ersten Druckraum (48) der Verdrängereinheit (38) im Wesentlichen flüssigkeitsdicht von einem zweiten Druckraum (50) der Verdrängereinheit (38) trennt.
 4. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach Anspruch 2 und 3, **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.
 5. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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).
 6. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach Anspruch 5, **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.
 7. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Druckraum (48) ein Federelement (62) vorgesehen ist, das den Kolben beaufschlagt, vorzugsweise in Richtung zum zweiten Druckraum (50).
 8. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im zweiten Druckraum (50) ein Federelement (64) vorgesehen ist, das den Kolben beaufschlagt, vorzugsweise in Richtung zum ersten Druckraum (48).
 9. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (16) und der erste Druckraum (48) über eine Kraftstoffleitung (24) hydraulisch unmittelbar in Strömungsverbindung stehen.
 10. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **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.
 11. 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.
 12. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (16) eine Kolbenpumpe und der Pumpenantrieb (14) vorzugsweise ein Nocken-antrieb ist.
 13. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein an die Pumpe (16) angeschlossener Druckdämpfer (28) vorgesehen ist.
 14. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Pumpe (16) und dem ersten Hochdruckanschluss (20) ein Druckbegrenzungsventil (30) vorgesehen ist.
 15. 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.

16. Kraftstoff-Pumpeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Kraftstoff (12) als erste Einspritzflüssigkeit von der zweiten Einspritzflüssigkeit (40) unterscheidet, wobei die zweite Einspritzflüssigkeit (40) vorzugsweise Wasser oder ein Wassergemisch ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

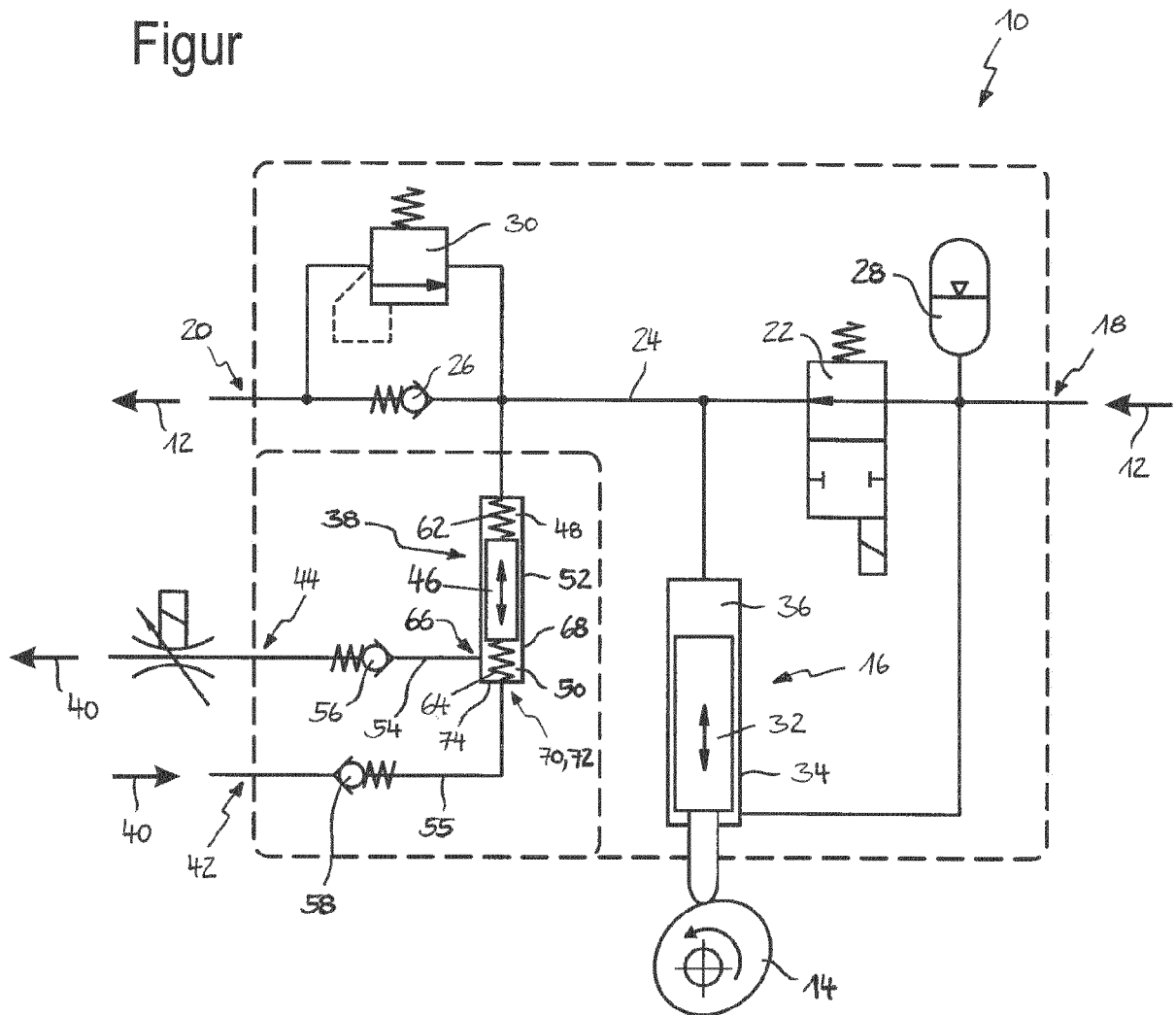
45

50

55

7

Figur





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 15 6481

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 215 080 A (SPRINGER BERNARD JOHN) 2. November 1965 (1965-11-02) * Spalte 1, Zeile 59 - Spalte 3, Zeile 54; Abbildung 1 *	1-6, 8-12,16	INV. F02M43/02 F02M25/03
X	CA 2 758 246 A1 (WESTPORT POWER INC) 2. Februar 2012 (2012-02-02) * Seite 10, Absatz 0023 - Seite 12, Absatz 0024; Abbildungen 2,7 *	1,3-5,9, 12,14-16	
X	DE 40 40 235 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17. Juni 1992 (1992-06-17) * Spalte 3, Zeile 35 - Spalte 4, Zeile 3; Abbildung 3 *	1-5,7, 12,15,16	
X	EP 2 055 926 A1 (DELPHI TECH INC [US] DELPHI TECH HOLDING SARL [LU]) 6. Mai 2009 (2009-05-06) * Spalte 9, Absatz 0049; Abbildung 5 *	1-6, 9-12,16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Mai 2014	Prüfer Etschmann, Georg
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

1
EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 14 15 6481

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-05-2014

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3215080 A	02-11-1965	KEINE	

CA 2758246 A1	02-02-2012	CA 2758246 A1	02-02-2012
		WO 2013071430 A1	23-05-2013

DE 4040235 A1	17-06-1992	KEINE	

EP 2055926 A1	06-05-2009	AT 487047 T	15-11-2010
		CN 101532451 A	16-09-2009
		EP 2055926 A1	06-05-2009
		JP 2009133303 A	18-06-2009
		US 2009126696 A1	21-05-2009

15

20

25

30

35

40

45

50

EPO FORM P0461

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

55