(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 561 203 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.08.2017 Patentblatt 2017/31

(21) Anmeldenummer: **11712266.3**

(22) Anmeldetag: **06.04.2011**

(51) Int Cl.:
F02D 41/04 *(2006.01)* ***F02D 41/30*** *(2006.01)*
F02D 41/38 *(2006.01)* ***F02M 37/00*** *(2006.01)*
F02M 63/02 *(2006.01)* ***F02N 11/08*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/055342

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/131485 (27.10.2011 Gazette 2011/43)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER KRAFTSTOFFFÖRDEREINRICHTUNG**

METHOD FOR OPERATING A FUEL DELIVERY DEVICE

PROCÉDÉ PERMETTANT DE FAIRE FONCTIONNER UN DISPOSITIF DE REFOULEMENT DE 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: **21.04.2010 DE 102010028010**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.02.2013 Patentblatt 2013/09

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **VEIT, Guenter**
73207 Plochingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-02/48532
WO-A2-01/44637
DE-A1- 10 059 571
DE-A1-102007 058 229
JP-A- 9 166 061
US-A- 5 090 386
US-A1- 2003 121 502
US-B1- 6 508 225

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).

EP 2 561 203 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftstoffördereinrichtung einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruches.

Stand der Technik

[0002] Eine Kraftstoffördereinrichtung und ihre Funktionsweise ist bereits durch die Schriftreihe Diesel-Speichereinspritzsystem Common-Rail (ISBN-978-3-86522-010-3) der Robert Bosch GmbH oder EP 1195 514 A2 bekannt. Eine Kraftstoffördereinrichtung weist eine elektrisch angetriebene Förderpumpe auf, durch die Kraftstoff zur Saugseite einer Hochdruckpumpe gefördert wird. Durch die Hochdruckpumpe wird Kraftstoff in einen Hochdruckbereich gefördert, aus dem zumindest mittelbar wenigstens ein Injektor der Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Kraftstoff versorgt wird. Es ist eine elektrische Steuereinrichtung vorgesehen, die über eine Sensoreinrichtung ein Signal für den im Hochdruckbereich herrschenden Druck erhält. Durch die elektrische Steuereinrichtung wird der elektrische Antrieb der Förderpumpe variabel angesteuert, so dass die Fördermenge der Förderpumpe variabel ist. In EP 1195 514 A2 zweigt zwischen der Förderpumpe und der Saugseite der Hochdruckpumpe eine Bypassverbindung zu einem Niederdruckbereich ab, der ein Antriebsbereich der Hochdruckpumpe ist. Zwischen der Förderpumpe und der Saugseite der Hochdruckpumpe ist eine Drosselstelle angeordnet. In der Verbindung zwischen der Förderpumpe und der Saugseite der Hochdruckpumpe ist eine Sensoreinrichtung angeordnet, durch die der elektrischen Steuereinrichtung ein Signal für den dort herrschenden Druck zugeführt wird. Durch die elektrische Steuereinrichtung wird der elektrische Antrieb der Förderpumpe derart angesteuert, dass sich in der Verbindung zwischen der Förderpumpe und der Saugseite der Hochdruckpumpe ein vorgegebener Druck einstellt. In Abhängigkeit von dem auf der Saugseite der Hochdruckpumpe herrschenden Druck ist die von der Hochdruckpumpe geförderte Kraftstoffmenge veränderlich. Bei den bekannten Systemen ist es im Falle des Abstellens der Brennkraftmaschine erforderlich die Fördermenge stark zu drosseln, um eine unerwünschte Erhöhung des Raildrucks zu vermeiden. Die Förderpumpe wird beginnend mit dem Start der Brennkraftmaschine angesteuert und fördert erst dann Kraftstoff zur Saugseite der Hochdruckpumpe. Auch verhindert eine zusätzliche Sicherheitsschaltung die Förderung des Kraftstoffs bei eingeschalteter Zündung und stehenden Motors. Dies bewirkt, dass erst mit dem Start der Brennkraftmaschine und der Hochdruckpumpe Kraftstoff durch die Förderpumpe zum Zulauf der Hochdruckpumpe gefördert wird. Dadurch ist das Pumpenelement der Hochdruckpumpe bei der ersten Bewegung des Pumpenkolbens nicht vollständig oder gar nicht mit Kraftstoff gefüllt. Es kann kein oder nur wenig Krafftstoff zum Hochdruckbereich gefördert werden und der Druckaufbau im Hochdruckbereich verzögert sich. Die US 2003/0121502 A1 offenbart ein Verfahren, in dem ein elektronisch angesteuertes Ventil abhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine geöffnet wird, um ein Befüllen des Pumpenarbeitsraumes zu ermöglichen.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftstoffördereinrichtung einer Brennkraftmaschine mit einer elektrisch angetriebenen Förderpumpe gemäß Anspruch 1. Mit den Maßnahmen der Unteransprüche sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung möglich.
In einer ersten vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens werden bereits während der Abstellphase der Brennkraftmaschine die Förderpumpe und/oder die Einrichtung zur Mengenregulierung der angesaugten Krafftstoffördermenge zumindest zeitweise so betrieben, dass Kraftstoff zur Saugseite der Hochdruckpumpe gefördert wird. Dies ermöglicht ein Befüllen der Pumpenelemente schon vor dem eigentlichen Stopp der Brennkraftmaschine und gewährleistet einen schnellen Druckaufbau im Hochdruckbereich beim Darauffolgenden Start der Brennkraftmaschine.

[0004] Ein besonderer Vorteil des Verfahrens ergibt sich, wenn bei einem oder mehreren Pumpenelementen der Hochdruckpumpe mindestens ein Pumpenkolben sich im Bereich des unteren Totpunktes befindet, so dass die Pumpenelemente möglichst viel Krafftstoff aufnehmen können. Dies ermöglicht bei einem erneuten Start der Brennkraftmaschine einen noch schnelleren Druckaufbau im Hochdruckbereich.
Ein weiterer Vorteil ergibt sich wenn die Hochdruckpumpe saugseitig für jedes Pumpenelement wenigstens ein federbelastetes Einlassventil aufweist, da hier auf ein bekanntes Bauteil zurückgegriffen werden kann. Beim Stopp der Brennkraftmaschine und/oder während der Abstellphase der Brennkraftmaschine kann Kraftstoff mit höherem Druck als dem Öffnungsdruck des Einlassventils durch die Förderpumpe und/oder die Einrichtung zur Mengenregulierung der Kraftstoffmenge zur Hochdruckpumpe gefördert werden.

[0005] Ein weiterer Vorteil lässt sich durch den Einsatz einer geregelten Förderpumpe zur Mengenregulierung der angesaugten Kraftstoffmenge erzielen, da zusätzliche Komponenten zur Mengenregulierung der angesaugten Kraftstoffmenge entfallen.

[0006] Vorteilhaft zeigt sich der Einsatz eines Proportionalventils oder eines getaktet geöffneten und geschlossenen Ventils als Einrichtung zur Mengenregulierung, da sie sich als kostengünstige Bauteile anbieten.

[0007] Besonders Vorteilhaft ist der Einsatz des Verfahrens, wenn der Stopp der Brennkraftmaschine und/oder die Abstellphase der Brennkraftmaschine durch ein automatisches Start-Stopp System bewirkt

werden, da kürzere Startzeiten der Brennkraftmaschine durch das Befüllen der Pumpenelemente bewirkt werden können.

Ausführungsbeispiele

[0008] Die Erfindung wird anhand der Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die Figur zeigt eine schematische Darstellung einer Krafftstoffördereinrichtung einer Brennkraftmaschine.

[0009] Die dargestellte Kraftstoffördereinrichtung weist eine Förderpumpe 10 auf, die Krafftstoff aus dem Vorratsbehälter 12 ansaugt. Die Förderpumpe 10 weist einen elektrischen Antrieb 14 auf, der mit veränderlicher Leistung und damit variabler Drehzahl betrieben werden kann, so dass die Fördermenge und der erzeugte Förderdruck variabel ist. Durch die Förderpumpe 10 wird Kraftstoff zur Saugseite wenigstens einer Hochdruckpumpe 16 gefördert, die ebenfalls Bestandteil der Krafftstoffördereinrichtung ist. Durch die wenigstens eine Hochdruckpumpe 16 wird Kraftstoff in einen Hochdruckbereich 18 der Kraftstoffördereinrichtung gefördert, der beispielsweise einen Hochdruckspeicher umfasst. Aus dem Hochdruckbereich 18 werden ein oder mehrere Injektoren 20 mit Kraftstoff versorgt, wobei jedem Zylinder der Brennkraftmaschine ein Injektor 20 zugeordnet ist.

[0010] Die Förderpumpe 10 kann beispielsweise als Strömungspumpe, Zahnradpumpe, Innenzahnradpumpe, Flügelzellenpumpe oder Rollenzellenpumpe ausgebildet sein. Die Förderpumpe 10 kann an der Hochdruckpumpe 16 angeordnet, in diese integriert sein oder entfernt von der Hochdruckpumpe 16 angeordnet sein, beispielsweise im Vorratsbehälter 12 oder in einer hydraulischen Leitung 36 zwischen dem Vorratsbehälter 12 und der Hochdruckpumpe 16. Die Hochdruckpumpe 16 weist wenigstens ein Pumpenelement 22 auf, das wiederum einen in einer Zylinderbohrung 24 dicht geführten Pumpenkolben 26 aufweist, der in einer Hubbewegung angetrieben wird. Die Hochdruckpumpe 16 kann eine eigene Antriebswelle 17 aufweisen, durch die über einen Nocken oder Exzenter die Hubbewegung des Pumpenkolbens 26 bewirkt wird. Die Antriebswelle 17 der Hochdruckpumpe 16 wird mechanisch, beispielsweise über ein Getriebe oder einen Riementrieb von der Brennkraftmaschine angetrieben, so dass die Drehzahl der Hochdruckpumpe 16 proportional zur Drehzahl der Brennkraftmaschine ist. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Hochdruckpumpe 16 keine eigene Antriebswelle aufweist und die Hubbewegung des Pumpenkolbens 26 durch einen Exzenter oder Nocken einer Welle der Brennkraftmaschine bewirkt wird, beispielsweise der Nocken- oder Kurbelwelle der Brennkraftmaschine. Dabei können auch mehrere Hochdruckpumpen 16 vorgesehen sein, die jeweils ein Pumpenelement 22 aufweisen, dessen Pumpenkolben 26 durch die Welle der Brennkraftmaschine bewegt wird. Durch den Pumpenkolben 26 jedes Pumpenelements 22 wird in dessen Zylinderbohrung 24 ein Pumpenarbeitsraum 28 begrenzt, der beim Saughub des Pumpenkolbens 26 mit Kraftstoff befüllt wird und aus dem beim Förderhub des Pumpenkolbens 26 Kraftstoff in den Hochdruckbereich 18 verdrängt wird. Jedes Pumpenelement 22 weist ein Einlassventil 30 in Form eines federbelasteten Rückschlagventils auf. Das Einlassventil 30 öffnet beim Saughub des Pumpenkolbens 26 oder wenn der Druck des Kraftstoffs auf der Saugseite der Hochdruckpumpe 16 den Öffnungsdruck des Einlassventils 30 übersteigt, so dass von der Förderpumpe 10 geförderter Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum 28 gelangt. Jedes Pumpenelement 22 weist außerdem ein Auslassventil 32 in Form eines federbelasteten Rückschlagventils auf, das beim Förderhub des Pumpenkolbens 26 öffnet, so dass Kraftstoff in den Hochdruckbereich 18 verdrängt werden kann.

[0011] Die Kraftstoffördereinrichtung kann über die elektrische Steuereinrichtung 46 und den Starter Einfluss auf die Position der Pumpenkolben 26 nehmen. Hierbei wird durch den Starter beim Abstellen der Brennkraftmaschine die Antriebswelle 17 so positioniert, dass sich im Fall mehrerer Pumpenelemente 22 mindestens ein Pumpenkolben 26 bzw. im Fall nur eines Pumpenelements 22 dessen Pumpenkolben im Bereich des unteren Totpunktes befindet. Dadurch kann das vollständige Befüllen mindestens eines Pumpenarbeitsraumes 28 sichergestellt werden. Dies ist besonders wichtig bei Hochdruckpumpen 16 mit nur einem Pumpenelement 22.

[0012] Die Förderpumpe 10 kann entfernt von der wenigstens einen Hochdruckpumpe 16 angeordnet sein, beispielsweise auch im Vorratsbehälter 12. Die Förderpumpe 10 ist dabei über eine hydraulische Leitung 36 mit der Saugseite der wenigstens einen Hochdruckpumpe 16 verbunden. In der Leitung 36 kann ein Kraftstofffilter 38 angeordnet sein, um zu verhindern, dass Schmutzpartikel in die Hochdruckpumpe 16 und in den Hochdruckbereich 18 gelangen. Von der Leitung 36 kann stromabwärts nach dem Kraftstofffilter 38 eine Bypassverbindung 40 abzweigen, die zu einem Niederdruckbereich führt. In der Bypassverbindung 40 kann eine Durchflussbegrenzungseinrichtung in Form einer Drosselstelle 42 vorgesehen werden, durch die die über die Bypassverbindung 40 abströmende Kraftstoffmenge der von der Förderpumpe 10 geförderten Kraftstoffmenge begrenzt wird. In der Bypassverbindung 40 kann zusätzlich zur Durchflussbegrenzungseinrichtung 42 auch noch ein nicht dargestelltes Überdruckventil angeordnet sein, das die Bypassverbindung 40 erst bei Überschreiten eines vorgegebenen Drucks öffnet. Der Niederdruckbereich, in den die Bypassverbindung 40 mündet, kann beispielsweise ein Antriebsbereich der Hochdruckpumpe 16 mit deren Antriebswelle 17 sein. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Hochdruckpumpe 16 eine eigene Antriebswelle 17 aufweist und eine Schmierung und/oder Kühlung des Antriebsbereichs durch Kraftstoff erfolgt. Die Drosselstelle 42 kann in der Bypassverbindung 40 beispielsweise im Bereich des Eintritts in den Antriebsbereich der Hochdruckpumpe 16 angeordnet sein. Alternativ kann der Niederdruckbereich, in den die Bypass-

verbindung 40 mündet, auch ein Rücklauf zum Vorratsbehälter 12 sein. Dies kann insbesondere vorgesehen sein, wenn die wenigstens eine Hochdruckpumpe 16 keine eigene Antriebswelle aufweist oder eine Schmierung des Antriebsbereichs der Hochdruckpumpe 16 durch Schmieröl der Brennkraftmaschine erfolgt.

[0013] Zwischen Förderpumpe 10 und Hochdruckpumpe 16 kann eine Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der von der Hochdruckpumpe 16 angesaugten und in das Hochdruckreservoir 18 geförderten Kraftstoffmenge vorgesehen werden. Falls eine Bypassverbindung 40 vorgesehen ist, befindet sich die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der Kraftstoffmenge stromabwärts der Bypassverbindung 40. Die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der Kraftstoffmenge kann beispielsweise als Proportionalventil oder als getaktet geöffnetes und geschlossenes Ventil ausgebildet sein und ist mit der elektrischen Steuereinrichtung 46 verbunden. Durch die Steuersignale der elektrischen Steuereinrichtung 46 kann die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung geschlossen werden, die Durchflussmenge des von der Förderpumpe 10 geförderten Kraftstoffs zur Hochdruckpumpe 16 reduzieret werden oder vollständig geöffnet werden.

[0014] Im Hochdruckbereich 18 ist eine Sensoreinrichtung 44 vorgesehen, durch die der im Hochdruckbereich 18 herrschende Druck erfasst wird. Die Sensoreinrichtung 44 ist mit der elektrischen Steuereinrichtung 46 verbunden, der somit ein Signal für den im Hochdruckbereich 18 herrschenden Druck zugeführt wird. Durch die elektrische Steuereinrichtung 46 wird der elektrische Antrieb 14 der Förderpumpe 10 mit veränderlicher Leistung und damit variabler Drehzahl und die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der Kraftstoffmenge angesteuert, derart, dass sich im Hochdruckbereich 18 ein vorgegebener Druck einstellt. Dabei wird zwischen zwei Konzepten unterschieden. Entweder wird die Förderpumpe 10 über ihren elektrischen Antrieb 14 zur Regulierung der Kraftstoffmenge eingesetzt. In diesem Fall wird keine zusätzliche Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der Krafftstoffmenge benötigt oder die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der Krafftstoffmenge ist vollständig geöffnet. Alternativ kann zur Regulierung der zur Saugseite der Hochdruckpumpe 16 geförderten Krafftstoffmenge die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der Kraftstoffmenge eingesetzt werden, wobei die Förderpumpe 10 im Wesentlichen konstant betrieben wird.

[0015] Der im Hochdruckbereich 18 erforderliche Druck kann abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine unterschiedlich hoch sein. Durch die elektrische Steuereinrichtung 46 wird auch die Kraftstoffeinspritzung durch die Injektoren 20 gesteuert, beispielsweise hinsichtlich Einspritzzeitpunkt und Einspritzmenge.

[0016] Die elektrische Steuereinrichtung 46 kann mit einem nicht dargestellten Start-Stopp System verbunden werden. Durch das Start-Stopp System wird die Brennkraftmaschine bei Fahrzeugstillstand und betätigter Bremse automatisch abgestellt. Soll die Fahrt fortgesetzt werden, wird bei nicht mehr betätigter Bremse die Brennkraftmaschine automatisch gestartet. Bei einem durch das Start-Stopp System bewirkten Stopp und/oder während der Abstellphase der Brennkraftmaschine nimmt das Start-Stopp System Einfluss auf die Steuereinrichtung 46 der Kraftstoffördereinrichtung und kann damit variabel die Förderpumpe 10 und die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der Kraftstoffmenge ansteuern, so dass beim Stopp der Brennkraftmaschine und/oder während der Abstellphase der Brennkraftmaschine die Förderpumpe 10 und/oder die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der angesaugten Kraftstoffmenge zumindest zeitweise so betrieben werden/wird, dass Kraftstoff zur Saugseite der Hochdruckpumpe 16 gefördert wird.

[0017] Im Folgenden wird ein Verfahren zum Betreiben einer Krafftstoffördereinrichtung einer Brennkraftmaschine erläutert.

[0018] Das Verfahren besteht darin, dass bei einem Stopp der Brennkraftmaschine, die Förderpumpe 10 durch die elektrische Steuereinrichtung 46 so betrieben wird, dass sie während der ganzen Phase des Stopps der Brennkraftmaschine Kraftstoff aus dem Vorratsbehälter 12 durch die Verbindung 36 zur Saugseite der Hochdruckpumpe 16 fördert.

Die Förderpumpe 10 kann während des ganzen Verfahrens eine konstante Kraftstoffmenge fördern oder der elektrische Antrieb 14 wird über die elektrische Steuereinrichtung 46 so geregelt, dass die Kraftstoffmenge variabel ist. Da die Hochdruckpumpe 16 während des Stopps der Brennkraftmaschine keinen Kraftstoff fördert, steigt der Kraftstoffdruck auf der Saugseite der Hochdruckpumpe 16 an. Wenn der Kraftstoffdruck auf der Saugseite der Hochdruckpumpe 16 den Öffnungsdruck des Einlassventils 30 übersteigt, gelangt Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum 28 der Hochdruckpumpe 16. Das Befüllen des Pumpenarbeitsraumes 28 der Hochdruckpumpe 16 ermöglicht kürzere Startzeiten der Brennkraftmaschine, da die Hochdruckpumpe 16 bereits im Stillstand befüllt wurde und bei einem Start der Brennkraftmaschine schneller Kraftstoff zum Hochdruckbereich 18 fördern kann. Besonders vorteilhaft ist hierbei ein möglichst schnelles Befüllen wenigstens eines der Pumpenarbeitsräume 28 der Hochdruckpumpe 16 nach dem Stopp der Brennkraftmaschine, um auch einen Start der Brennkraftmaschine kurz nach Abstellen der Brennkraftmaschine zu ermöglichen, wie er beispielsweise bei einem durch das Start-Stopp System bewirkten Stopp der Brennkraftmaschine vorliegt.

[0019] Das Verfahren kommt nur bei einem kurzzeitigen (oder nicht dauerhaften) Stopp der Brennkraftmaschine zum Einsatz. Die elektrische Steuereinrichtung 46 kann unterscheiden, ob es sich um einen dauerhaften Stopp der Brennkraftmaschine handelt, wie z.B. beim Parken des Kraftfahrzeuges durch das Abstellen mittels des Zündschlüssels oder durch das Abschließen des Kraftfahrzeuges oder ob es sich um einen relativ kurzzeitigen Stopp der Brennkraftmaschine handelt, der bei-

spielsweise durch das Start-stopp System bewirkt wird.

[0020] Bei einer anderen Variante der Verfahrens wird die Förderpumpe 10 durch die elektrische Steuereinrichtung 46 so betrieben, dass sie nach dem Stopp der Brennkraftmaschine Kraftstoff aus dem Vorratsbehälter 12 durch die Verbindung 36 zur Saugseite der Hochdruckpumpe 16 fördert und nach einer durch die elektrische Steuereinrichtung 46 vorgegebenen Zeitspanne die Kraftstoffförderung zur Saugseite der Hochdruckpumpe 16 beendet wird. Die Förderpumpe 10 kann während des ganzen Verfahrens eine konstante Kraftstoffmenge fördern oder der elektrische Antrieb 14 wird über die elektrische Steuereinrichtung 46 so geregelt, dass die Kraftstoffmenge variabel ist. Da die Hochdruckpumpe 16 während des Stopps der Brennkraftmaschine keinen Kraftstoff fördert, steigt der Kraftstoffdruck auf der Saugseite der Hochdruckpumpe 16 an. Die Größe des Zeitintervalls, in der die Förderpumpe 10 Kraftstoff fördert, und die Menge des durch die Förderpumpe 10 geförderten Krafftstoffes ist so groß, dass sich an der Saugseite der Hochdruckpumpe 16 ein höherer Kraftstoffdruck einstellt als der Öffnungsdruck des Einlassventils 30 der Hochdruckpumpe 16. Dadurch wird das Einlassventil 30 der Hochdruckpumpe 16 geöffnet und Kraftstoff gelangt in den Pumpenarbeitsraum 28 der Hochdruckpumpe 16. Das Befüllen des Pumpenarbeitsraumes 28 der Hochdruckpumpe 16 ermöglicht kürzere Startzeiten der Brennkraftmaschine, da die Hochdruckpumpe 16 bereits im Stillstand befüllt wurde und bei einem Start der Brennkraftmaschine schneller Kraftstoff zum Hochdruckbereich 18 fördern kann. Besonders vorteilhaft ist hierbei ein möglichst schnelles Befüllen des Pumpenarbeitsraumes 28 der Hochdruckpumpe 16 nach dem Stopp der Brennkraftmaschine, um auch einen Start der Brennkraftmaschine bereits kurze Zeit nach Abstellen der Brennkraftmaschine zu ermöglichen.

[0021] Wenn die Förderpumpe 10 je nach Länge des Stopps der Brennkraftmaschine mehr Krafftstoff fördert, als zum Befüllen des Pumpenarbeitsraumes 28 benötigt wird, kann der überschüssige Kraftstoff über die Bypassverbindung 40 in den Niederdruckbereich gelangen. In der Bypassverbindung 40 befindet sich ein nicht dargestelltes Überdruckventil, welches sich beim Überschreiten eines vorgegebenen Druckes öffnet. Der Öffnungsdruck des nicht dargestellten Überdruckventils der Bypassverbindung 40 liegt über dem Öffnungsdruck der Einlassventile 30 der Hochdruckpumpe 16. Damit der Krafftstoffdruck in der Zuleitung 36 zur Hochdruckpumpe 16 nicht zu stark reduziert wird, kann eine Durchflussbegrenzungseinrichtung in Form einer Drosselstelle 42 vorgesehen werden, durch die die über die Bypassverbindung 40 abströmende Kraftstoffmenge begrenzt wird.

[0022] Ein weiteres Verfahren zum Betreiben einer Krafftstoffördereinrichtung einer Brennkraftmaschine besteht darin, dass bereits während der Abstellphase der Brennkraftmaschine die Förderpumpe 10 Kraftstoff aus dem Vorratsbehälter 12 ansaugt und durch die Verbindung 36 zur Saugseite der Hochdruckpumpe 16 fördert. Zum Beginn der Abstellphase wird der elektrische Antrieb 14 der Förderpumpe 10 von der elektrischen Steuereinrichtung 46 so angesteuert, dass die Förderpumpe 10 entweder die bisherige oder eine erhöhte Kraftstoffmenge zur Saugseite der Hochdruckpumpe 16 fördert. Die Hochdruckpumpe 16 fördert in der Abstellphase der Brennkraftmaschine weniger Kraftstoff als bisher, so dass der Kraftstoffdruck auf der Saugseite der Hochdruckpumpe 16 schon während der Abstellphase ansteigt. Übersteigt der Kraftstoffdruck auf der Saugseite der Hochdruckpumpe 16 den Öffnungsdruck des Einlassventils 30, so wird dass Einlassventil 30 geöffnet und der Pumpenarbeitsraum 28 der Hochdruckpumpe 16 mit Krafftstoff befüllt.

[0023] Dieses Verfahren kann entweder eigenständig oder in Kombination mit den oben beschriebenen Verfahren angewendet werden. Wird das Verfahren eigenständig angewendet, so muss gewährleistet sein, dass während der Abstellphase der Brennkraftmaschine schon genügend Kraftstoff durch die Förderpumpe 10 zur Saugseite der Hochdruckpumpe 16 gefördert wird. Beim Stopp der Brennkraftmaschine muss der Krafftstoffdruck auf der Saugseite der Hochdruckpumpe 16 den Öffnungsdruck des Einlassventils 30 übersteigen, so dass der Pumpenarbeitsraum 28 der Hochdruckpumpe 16 mit Krafftstoff befüllt wird. Bei einer Kombination mit einem der vorherigen Verfahren, muss beim Stopp der Brennkraftmaschine der Krafftstoffdruck auf der Saugseite der Hochdruckpumpe 16 nicht über dem Öffnungsdruck des Einlassventils 30 liegen.

[0024] Da die Förderpumpe 10 auch nach dem Stopp der Brennkraftmaschine für eine gewisse Zeit betrieben wird, kann ein Kraftstoffdruck über dem Öffnungsdruck des Einlassventils 30 auch später erreicht werden und damit das Befüllen der Pumpenelemente 22 gewährleistet werden.

[0025] Bei den bisher beschriebenen Verfahren wurde die Förderpumpe 10 zur Regulierung der Krafftstoffmenge eingesetzt. Die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der Kraftstoffmenge war entweder vollständig geöffnet oder gar nicht vorhanden.

[0026] Eine weitere Möglichkeit zur Mengenregulierung der Krafftstoffmenge kann mit der Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der Krafftstoffmenge durchgeführt werden. Dabei wird die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung der angesaugten Kraftstoffmenge bei einem Stopp oder während der Abstellphase der Brennkraftmaschine über die elektrische Steuereinrichtung 46 in der Art angesteuert, dass sie je nach Anforderung geöffnet ist, die Durchflussmenge nach Bedarf reguliert oder vollständig geschlossen ist. Die Förderpumpe 10 wird dabei hauptsächlich mit einer konstanten Fördermenge betrieben. Soll entsprechend der Anforderungen der bisherigen Verfahren viel Kraftstoff zur Hochdruckpumpe 16 gefördert werden ist die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung vollständig geöffnet, soll wenig Kraftstoff zur Hochdruckpumpe 16 gefördert werden reduziert die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung die Kraftstoffmenge und

soll kein Kraftstoff zur Hochdruckpumpe 16 gefördert werden kann Einrichtung 34 zur Mengenregulierung geschlossen werden.

[0027] Alle bisherigen Verfahren und Kombinationen dieser Verfahren können durch den Einsatz eines Start-Stopp Systems ergänzt werden. Hierbei wird die elektrische Steuereinrichtung 46 mit einem nicht dargestellten Start-Stopp System verbunden. Durch das Start-Stopp System wird die Brennkraftmaschine und die Hochdruckpumpe 16 bei Fahrzeugstillstand automatisch abgestellt. Die elektrisch gesteuerten Komponenten, wie die Förderpumpe 10 und die Einrichtung 34 zur Mengenregulierung aber weiterhin mit Strom versorgt und über die elektrische Steuereinrichtung 46, die mit dem Start-Stopp System verbunden ist, geregelt. Soll die Fahrt fortgesetzt werden, wird bei nicht mehr betätigter Bremse die Brennkraftmaschine wieder automatisch gestartet, was sehr schnell gehen kann, da die Elemente der Hochdruckpumpe 16 bereits mit Kraftstoff befüllt sind und der Druckaufbau im Hochdruckbereich 18 schneller erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Kraftstoffördereinrichtung einer Brennkraftmaschine mit einer elektrisch angetriebenen Förderpumpe (10) und mit wenigstens einer Hochdruckpumpe (16) mit mindestens einem Pumpenelement (22), welches saugseitig ein federbelastetes Einlassventil (30) aufweist, wobei durch die Förderpumpe (10) Kraftstoff zur Saugseite der Hochdruckpumpe (16) gefördert wird und durch die Hochdruckpumpe (16) Kraftstoff in einen Hochdruckbereich (18) gefördert wird, mit einer Einrichtung (34) zur Mengenregulierung der angesaugten Krafftstoffmenge der Hochdruckpumpe (20) und mit einer elektrischen Steuereinrichtung (46), die die Förderpumpe (10) und die Einrichtung (34) zur Mengenregulierung der Kraftstoffmenge variabel ansteuert, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Abstellphase der Brennkraftmaschine die Förderpumpe (10) und/oder die Einrichtung (34) zur Mengenregulierung der angesaugten Kraftstoffmenge so betrieben werden/wird, dass Kraftstoff zur Saugseite der Hochdruckpumpe (16) gefördert wird und beim Stopp der Brennkraftmaschine der Kraftstoffdruck auf der Saugseite der Hochdruckpumpe (16) den Öffnungsdruck des Einlassventils (30) übersteigt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem oder mehreren Pumpenelementen der Hochdruckpumpe (16) sich der Pumpenkolben mindestens eines Pumpenelementes (22) beim Stopp der Brennkraftmaschine im Bereich des unteren Totpunktes befindet.

3. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Abstellphase der Brennkraftmaschine Kraftstoff mit höherem Druck als dem Öffnungsdruck des Einlassventils (30) durch die Förderpumpe (10) und/oder die Einrichtung (34) zur Mengenregelung der Kraftstoffmenge zur Hochdruckpumpe (16) gefördert wird.

4. Verfahren nach den vorherigen Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Mengenregulierung der angesaugten Kraftstoffmenge der Hochdruckpumpe (16) eine geregelte Förderpumpe (10) eingesetzt wird.

5. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Einrichtung (34) zur Mengenregulierung der angesaugten Krafftstoffmenge der Hochdruckpumpe (16) ein Proportionalventil oder ein getaktet geöffnetes und geschlossenes Ventil eingesetzt wird.

6. Verfahren nach den vorhergehenden Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stopp der Brennkraftmaschine und/oder die Abstellphase der Brennkraftmaschine durch ein automatisches Start-Stopp System bewirkt werden.

Claims

1. Method for operating a fuel delivery device of an internal combustion engine, having an electrically driven delivery pump (10) and having at least one high-pressure pump (16) with at least one pump element (22) which has a spring-loaded inlet valve (30) at an intake side, wherein fuel is delivered to the intake side of the high-pressure pump (16) by means of the delivery pump (10), and fuel is delivered into a high-pressure region (18) by means of the high-pressure pump (16), having a device (34) for flow-rate regulation of the intake fuel flow rate of the high-pressure pump (20) and having an electric control device (46) which variably actuates the delivery pump (10) and the device (34) for flow-rate regulation of the fuel flow rate, **characterized in that**, during the shutdown phase of the internal combustion engine, the delivery pump (10) and/or the device (34) for flow-rate regulation of the intake fuel flow rate are/is operated such that fuel is delivered to the intake side of the high-pressure pump (16), and, upon a stoppage of the internal combustion engine, the fuel pressure on the intake side of the high-pressure pump (16) exceeds the opening pressure of the inlet valve (30).

2. Method according to Claim 1, **characterized in that**, in the case of one or more pump elements of the high-pressure pump (16), the pump piston of at least

one pump element (22) is situated in the region of bottom dead centre upon the stoppage of the internal combustion engine.

3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, during the shutdown phase of the internal combustion engine, fuel at a pressure higher than the opening pressure of the inlet valve (30) is delivered by means of the delivery pump (10) and/or the device (34) for flow-rate regulation of the fuel flow rate to the high-pressure pump (16).

4. Method according to the preceding claims, **characterized in that**, for the flow-rate regulation of the intake fuel flow rate of the high-pressure pump (16), a regulated delivery pump (10) is used.

5. Method according to the preceding claims, **characterized in that**, as a device (34) for the flow-rate regulation of the intake fuel flow rate of the high-pressure pump (16), a proportional valve or a cyclically opened and closed valve is used.

6. Method according to the preceding claims, **characterized in that** the stoppage of the internal combustion engine and/or the shutdown phase of the internal combustion engine are effected by means of an automatic start-stop system.

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner un dispositif de transport de carburant d'un moteur à combustion interne, comprenant une pompe de refoulement (10) à commande électrique et au moins une pompe haute pression (16) avec au moins un élément de pompe (22) qui présente, du côté de l'aspiration, une soupape d'entrée sollicitée par ressort (30), du carburant étant refoulé par la pompe de refoulement (10) vers le côté d'aspiration de la pompe haute pression (16) et du carburant étant refoulé dans une région haute pression (18) par la pompe haute pression (16), comprenant un dispositif (34) de régulation de la quantité de carburant aspirée de la pompe à haute pression (20) et un dispositif de commande électrique (46) qui commande de manière variable la pompe de refoulement (10) et le dispositif (34) de régulation de la quantité de carburant, **caractérisé en ce que** pendant la phase de coupure du moteur à combustion interne, la pompe de refoulement (10) et/ou le dispositif (34) de régulation de la quantité de carburant aspirée est/sont entraînés de telle sorte que du carburant soit refoulé vers le côté d'aspiration de la pompe haute pression (16) et à l'arrêt du moteur à combustion interne, la pression de carburant du côté aspiration de la pompe haute pression (16) dépasse la pression d'ouverture de la soupape d'admission (30).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans le cas d'un ou de plusieurs éléments de pompe de la pompe haute pression (16), le piston de pompe d'au moins un élément de pompe (22) se trouve dans la région du point mort bas à l'arrêt du moteur à combustion interne.

3. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pendant la phase de coupure du moteur à combustion interne, du carburant à plus haute pression que la pression d'ouverture de la soupape d'admission (30) est refoulé par la pompe de refoulement (10) et/ou le dispositif (34) pour réguler la quantité de carburant vers la pompe haute pression (16).

4. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pour la régulation de la quantité de carburant aspirée de la pompe haute pression (16), on utilise une pompe de refoulement régulée (10).

5. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise en tant que dispositif (34) de régulation de la quantité de carburant aspirée de la pompe haute pression (16) une soupape proportionnelle ou une soupape ouverte et fermée de manière cyclique.

6. Procédé selon les revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arrêt du moteur à combustion interne et/ou la phase de coupure du moteur à combustion interne sont provoqués par un système marche-arrêt automatique.

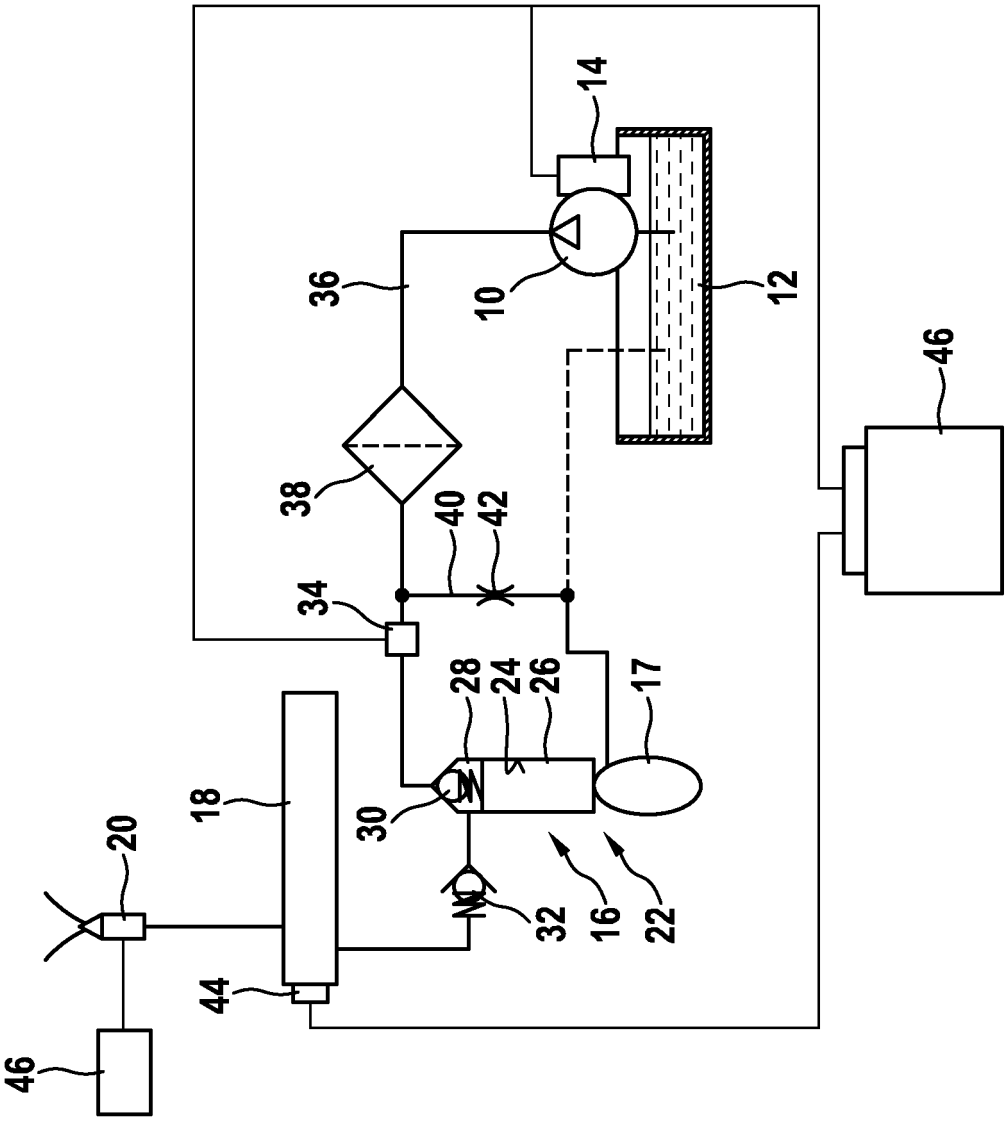


Fig.

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

- EP 1195514 A2 **[0002]**
- US 20030121502 A1 **[0002]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Schriftreihe Diesel-Speichereinspritzsystem Common-Rail. Robert Bosch GmbH **[0002]**