

(19)



(11)

EP 3 234 328 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.08.2020 Patentblatt 2020/32

(51) Int Cl.:
F02D 41/22 ^(2006.01) **F02D 41/38** ^(2006.01)
F02D 35/00 ^(2006.01) **F02M 63/02** ^(2006.01)
F02D 41/26 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15788063.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/075538

(22) Anmeldetag: **03.11.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/096229 (23.06.2016 Gazette 2016/25)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DIAGNOSE EINES KRAFTSTOFFFÖRDERSYSTEMS**

METHOD AND APPARATUS FOR DIAGNOSING A FUEL SUPPLY SYSTEM

PROCÉDÉ ET APPAREIL POUR DIAGNOSTIQUER UN SYSTÈME D'ALIMENTATION EN
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: **19.12.2014 DE 102014226565**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.10.2017 Patentblatt 2017/43

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

(72) Erfinder:
• **WEISS, Patrick**
71686 Remseck Am Neckar (DE)
• **CHEN, Yiping**
Wuxi
Jiangsu 214028 (CN)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 118 761 EP-A2- 1 279 822

EP 3 234 328 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung einer Kraftstoffördereinrichtung, insbesondere eines elektrisch angesteuerten Stellglieds, sowie ein Steuergerät und einen Werkstatt-Tester.

[0002] Aus der DE 103 54 656 A1 ist ein Verfahren zum Überwachen eines Einspritzsystems einer Brennkraftmaschine bekannt. Das Einspritzsystem weist einen Kraftstoffspeicher und eine gesteuerte Zumesseinheit zum Steuern der Kraftstoff-Fördermenge in den Kraftstoffspeicher auf. Bekannte Verfahren dieser Art werten ein Signal, welches den zeitlichen Verlauf des Druckes in dem Kraftstoffspeicher repräsentiert, im Hinblick auf einen möglichen Defekt einer Komponente des Einspritzsystems aus. Um gezielt auf einen Defekt der Zumesseinheit schließen zu können, wird die Zumesseinheit während der Auswertung des den Druck im Kraftstoffspeicher repräsentierten Signals zunehmend geschlossen oder geöffnet.

[0003] Ein weiteres Verfahren zur Prüfung der Kraftstoffmengenbilanz in einem Common-Rail System mit zwei elektrisch angesteuerten Stellgliedern ist in der DE 10 2011 005 527 A1 gezeigt.

[0004] Das Dokument EP 1 279 822 A2 offenbart ein Verfahren der Diagnose eines Kraftstoffördersystems, wobei der Druck im Kraftstoffspeicher gesteuert wird.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Es ist eine Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zur Prüfung einer Kraftstoffördereinrichtung, insbesondere eines elektrisch angesteuerten Stellglieds einer Kraftstoffördereinrichtung, bereitzustellen. Herkömmliche Prüfverfahren bieten die Möglichkeit ein Zweisteller-System, welches ein erstes elektrisch angesteuertes Stellglied vor der Hochdruckpumpe und ein Druckregelventil am Hochdruckspeicher aufweist, im Bezug auf einen Defekt des ersten elektrischen Stellgliedes zu überprüfen. Hierbei kann das erste elektrisch angesteuerte Stellglied für alle beliebigen Betriebspunkte überprüft werden, da überschüssiger Kraftstoff über das Druckregelventil abgesteuert werden kann.

[0006] Da in einem Einstellersystem ohne Druckregelventil diese Möglichkeit nicht gegeben ist, kann das elektrisch angesteuerte Stellglied bisher im im Fahrzeug eingebauten Zustand nur in einem eingeschränkten Betriebsbereich getestet werden. Treten Fehler außerhalb dieses Betriebsbereichs auf, kann dies in der Werkstatt nicht diagnostiziert werden. Um zu vermeiden, dass ein Fehler nicht richtig erkannt wird, bietet das erfindungsgemäße Verfahren die Möglichkeit, das elektrisch angesteuerte Stellglied in allen Betriebsbereichen zu testen.

[0007] Des Weiteren wird ein Steuergerät zur Durchführung des erfinderischen Verfahrens beansprucht, sowie ein Motor-Tester, welcher das erfinderische Verfah-

ren auf einem Steuergerät anfordert.

[0008] Die Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Verfahren nach einem der unabhängigen Patentansprüche 1 oder 7 und durch ein erfindungsgemäßes Steuergerät nach dem unabhängigen Patentanspruch 10, sowie einem Motor-Tester nach dem unabhängigen Patentanspruch 11 gelöst.

[0009] Das erfinderische Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- 1.) Anheben der Drehzahl der Hochdruckpumpe.
- 2.) Ansteuern des regelbaren Ventils bis der Druck im Kraftstoffspeicher ein erstes niedriges Druckniveau erreicht hat.
- 3.) Verändern der Bestromung des regelbaren Ventils um einen ersten vorgegeben Wert, so dass das regelbare Ventil weiter geöffnet wird und gleichzeitiges Maximieren einer Einspritzmenge durch den mindestens einen Injektor bis der Druck im Kraftstoffspeicher einen ersten Schwellwert erreicht hat.
- 4.) Ansteuern des regelbaren Ventils, bis der Druck im Kraftstoffspeicher wieder das erste niedrige Druckniveau erreicht hat.
- 5.) Bestimmen einer weiteren Größe, welche abhängig von dem niedrigen Druckniveau und einem Maximalwert des Druckes der im Kraftstoffspeicher erreicht wurde, ist.

[0010] Es ist von Vorteil wenn, die weitere Größe die Druckdifferenz zwischen dem ersten niedrigen Druckniveau und einem Maximalwert des Druckes ist oder wenn die weitere Größe die Zeit ist, welche benötigt wird bis der Druck vom ersten niedrigen Druckniveau auf den Maximalwert des Druckes angestiegen ist. Beide Größen lassen sich für das regelbare Ventil in einem Kennfeld beschreiben, so dass sie für ein funktionsfähiges regelbares Ventil einfach und sicher reproduzierbar sind.

[0011] Eine Abweichung der Druckdifferenz und/oder der Zeit von dem jeweils hinterlegten Kennfeld gibt auf einfache und vorteilhafte Weise Rückschluss auf einen Fehler des regelbaren Ventils. Das regelbare Ventil muss nicht zur Überprüfung eines Fehlers ausgebaut werden, was sowohl Zeit als auch Kosten in der Werkstatt reduziert.

[0012] Eine mehrfache Wiederholung der Schritte 1.) bis 5.), während einer Überprüfung des regelbaren Ventils ist von Vorteil, da durch die Wiederholungen die Genauigkeit des Testes erhöht wird und auch ein Fehler, der mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit auftritt detektiert wird. Hierbei bietet die Bestromung des regelbaren Ventils jeweils mit dem gleichen Wert, welcher dem ersten vorgegeben Wert entspricht, einen einfachen Testmodus.

[0013] Bei mehrfachen Wiederholungen ist ein Ver-

gleich der weiteren Größe zwischen den Wiederholungen vorteilhaft, da die weitere Größe bei gleichbleibenden Randbedingungen keine Veränderung aufweisen sollte. Auf diese Weise ist auch ohne Kennfeld ein Fehler des regelbaren Ventils einfach zu erkennen.

[0014] Eine mehrfache Wiederholung der Schritte 1.) bis 5), wobei die Bestromung des regelbaren Ventils um jeweils einen anderen Wert verändert wird, ist vorteilhaft, da eine größere Bandbreite von Betriebszuständen untersucht werden kann und somit ein Fehler, der eventuell nur bei einem bestimmten Betriebszustand auftritt mit höherer Wahrscheinlichkeit gefunden werden kann. Eine einfache Möglichkeit ist hierbei die Bestromung bei jeder Wiederholung um den gleichen Betrag zu verändern.

[0015] Typischerweise wird der Druck im Kraftstoffspeicher für die Verfahrensschritte 2.) und 4.) über den Druckregler eingestellt wird, welcher dem Steuergerät eine Information über den Druck im Kraftstoffspeicher liefert, so dass das dieser das regelbare Ventil ansteuert.

[0016] Im Rahmen dieser Anmeldung wird der Begriff steuern bzw. ansteuern für die in der Regelungstechnik bekannten Begriffe steuern und regeln benutzt.

[0017] Um die Genauigkeit zu erhöhen, können vorteilhafterweise Funktionen, welche das Ergebnis des erfinderischen Verfahrens verfälschen können, gesperrt werden.

Ausführungsbeispiele

[0018] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0019] Es zeigen:

Figur 1 eine Kraftstofffördereinrichtung in einer schematischen Darstellung und

Figur 2 ein Flussdiagramm des Verfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Ausführungsformen der Erfindung

[0020] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Kraftstofffördereinrichtung 10 mit einer Steuergerät 11 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wichtigen Bauteile dargestellt.

[0021] Eine Vorförderpumpe 12 saugt Kraftstoff über eine Zulaufleitung 13 aus einem Tank 14 an. Die Vorförderpumpe 12 versorgt ein regelbares Ventil 15, mit Kraftstoff. Das regelbare Ventil 15 steuert die einer Hochdruckpumpe 16 zugeführte Kraftstoffmenge. Die Hochdruckpumpe 16 fördert den ihr zugeführten Kraftstoff unter hohem Druck in den Kraftstoffspeicher 17. Im Kraftstoffspeicher 17 wird der Druck durch einen Druckregler 20 kontrolliert.

[0022] Der Kraftstoff im Kraftstoffspeicher 17 wird weiterhin über eine Hochdruckleitung 22 mindestens einem Injektor 23 zugeführt, welcher Kraftstoff in mindestens einen nicht gezeigten Zylinder einer Brennkraftmaschine einspritzt. Eine für den Betrieb der Injektoren 23 erforderliche Kraftstoffmenge wird ebenfalls über eine Kraftstoffrückführungsleitung 21 zum Tank 14 zurückgeführt.

[0023] Ein Steuergerät 11 steuert über eine elektrische Steuerleitung 25 das regelbare Ventil 15 an. Des Weiteren erhält das Steuergerät 11 über eine elektrische Steuerleitung 26 den durch den Druckregler 20 gemessenen Druck im Kraftstoffspeicher 17. Das Steuergerät 11 steuert über eine elektrische Steuerleitung 27 die Injektoren 23 an. Das Steuergerät 11 enthält außerdem einer Software zur Steuerung des Motors im Betrieb und eine Software zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Prüfung des regelbaren Ventils 15. Die Steuerung des Motors erfolgt durch elektrische Ansteuerung des elektrisch angesteuerten Stellgliedes, nämlich des regelbaren Ventils 15, eingangsseitig der Hochdruckpumpe 16.

[0024] Figur 2 zeigt ein Flussablaufdiagramm, welches das erfindungsgemäße Verfahren beschreibt. Aufgabe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Prüfung des elektrisch angesteuerten Stellgliedes in einer Werkstatt ohne, dass das elektrisch angesteuerte Stellglied ausgebaut werden muss.

[0025] Bevor das eigentliche Verfahren zur Prüfung beginnt, können im Verfahrensschritt 31 optional alle Funktionalitäten gesperrt werden, welche das Ergebnis der Prüfung des regelbaren Ventils 15 verfälschen können. Dies kann z.B. ein Partikelregenerator sein, welcher während der Prüfung ausgeschaltet wird.

[0026] Im Verfahrensschritt 32 wird die Drehzahl der Hochdruckpumpe 16 stark angehoben, um eine hohe Fördermenge der Hochdruckpumpe 16 und eine hohe Einspritzmenge des mindestens einen Injektors 23 zu realisieren. Das Anheben der Drehzahl findet im Werkstattbetrieb meist im Leerlauf statt. Das Verfahren kann aber auch bei einer Last, welche während des gesamten Verfahrens identisch sein muss, stattfinden.

[0027] Im Verfahrensschritt 33 wird das regelbare Ventil 15 so angesteuert, dass der Druck im Kraftstoffspeicher 17 sinkt bis der Druck im Kraftstoffspeicher 17 ein erstes niedriges Druckniveau erreicht hat. Die Ansteuerung des regelbaren Ventils 15 erfolgt über das Steuergerät 11, welches durch den Druckregler 20 eine Information über den Druck im Kraftstoffspeicher 17 erhält. Aus diesem Grund wird der Druck im Verfahrensschritt 33 über den Druckregler 20 eingestellt.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform ist es möglich, dass der Druckregler 20 direkt mit dem regelbaren Ventil 15 verbunden ist und dieses so ansteuert bis sich ein gewünschter Druck, welcher dem ersten niedrigen Druckniveau entspricht, im Kraftstoffspeicher 17 einstellt.

[0029] Im Verfahrensschritt 34 wird die Bestromung des regelbaren Ventils 15 durch das Steuergerät 11 um

einen ersten vorgegeben Wert verändert, so dass das regelbare Ventil 15 weiter geöffnet wird. Abhängig von der Art des regelbaren Ventils 15 kann hierbei die Bestromung erhöht werden oder gesenkt werden, um ein weiteres Öffnen des regelbaren Ventils 15 zu erreichen. Beispielfhaft kann hier ein möglicher Wert von 50mA genutzt werden, um den der Strom des regelbaren Ventils 15 angehoben oder gesenkt werden kann.

[0030] Gleichzeitig findet im Verfahrensschritt 34 ein Maximieren einer Einspritzmenge durch den mindestens einen Injektor 23 statt. Die veränderte Bestromung des regelbaren Ventils 15 und das Maximieren der Einspritzmenge des mindestens einen Injektors 23 wird so lange beibehalten bis der Druck im Kraftstoffspeicher 17 einen ersten Schwellwert erreicht hat.

[0031] Im Verfahrensschritt 35 wird das regelbare Ventil 15 so angesteuert, dass der Druck im Kraftstoffspeicher 17 sinkt bis der Druck im Kraftstoffspeicher 17 das erste niedrige Druckniveau erreicht hat. Das Ansteuern des regelbaren Ventils 15 erfolgt im Verfahrensschritt 35 analog zum Verfahrensschritt 33.

[0032] Im Verfahrensschritt 36 wird eine weitere Größe bestimmt, welche abhängig von dem ersten niedrigen Druckniveau und einem Maximalwert des Druckes ist. Der Maximalwert liegt meist oberhalb des ersten Schwellwertes und ist durch Trägheitseffekte des Kraftstoffeinspritzsystems 10 bedingt. Ein Schließen des regelbaren Ventils 15 zeigt erst mit einer gewissen Zeitverzögerung eine Auswirkung auf den Druck im Kraftstoffspeicher 17, so dass der Druck im Kraftstoffspeicher 17 auch nach dem Erreichen des Schwellwertes noch ansteigt bis der Maximalwert erreicht ist.

[0033] Die weitere Größe kann eine Druckdifferenz zwischen dem ersten niedrigen Druckniveau und dem Maximalwert des Druckes sein. In einer alternativen Ausführungsform kann die weitere Größe auch die Zeit sein, welche benötigt wird bis der Druck vom ersten niedrigen Druckniveau auf den Maximalwert des Druckes angestiegen ist.

[0034] Im Verfahrensschritt 37 findet ein Vergleich der weiteren Größe, die im Verfahrensschritt 36 bestimmt wurde, mit einem hinterlegten Kennfeld der weiteren Größe des regelbaren Ventils 15 statt.

[0035] In einer weiteren alternativen Ausführungsform ist es auch möglich sowohl die Druckdifferenz zwischen dem ersten niedrigen Druckniveau und dem Maximalwert des Drucks zu bilden, als auch die Zeit zu bestimmen, welche benötigt wird bis der Druck vom ersten niedrigen Niveau auf den Maximalwert angestiegen ist. Sowohl die Druckdifferenz als auch die Zeit können dann mit dem jeweiligen Kennfeld verglichen werden.

[0036] Eine Abweichung der Druckdifferenz und/oder der Zeit von dem jeweiligen hinterlegten Kennfeld kann einen Rückschluss auf einen Fehler des regelbaren Ventils 15 geben.

[0037] Weist das regelbare Ventil 15 einen Fehler auf, wie zum Beispiel ein klemmendes Bauteil, so stimmt die gemessene Druckdifferenz und/oder die gemessene Zeit

nicht mit der hinterlegten Kennlinie überein.

[0038] Die Verfahrensschritte 32 bis 37 können mehrfach wiederholt werden, wobei die Bestromung des regelbaren Ventils 15 jeweils um den gleichen Wert, welcher dem im ersten Durchlauf vorgegeben Wert entspricht, verändert wird.

[0039] Hierbei kann ein Vergleich der weiteren Größe zwischen den jeweiligen Wiederholungen stattfinden. Weicht der Wert der weiteren Größe zwischen den Wiederholungen voneinander ab, obwohl die Randbedingungen gleich waren (z.B. gleiche Veränderung der Bestromung), so liegt ein Fehler des regelbaren Ventils 15 vor.

[0040] Alternativ ist es möglich die Verfahrensschritte 32 bis 37 mehrfach zu wiederholen, wobei die Bestromung des regelbaren Ventils 15 um jeweils einen anderen Wert verändert wird. Hierbei ist es möglich die Bestromung bei jeder Wiederholung um den gleichen Betrag zu verändern.

[0041] Beispielsweise könnte bei einem ersten Durchlauf der Verfahrensschritte 32 bis 37 die Bestromung um 50 mA gesenkt oder angehoben werden, bei einem zweiten Durchlauf der Verfahrensschritte 32 bis 37 könnte die Bestromung um 100mA gesenkt oder angehoben werden, bei einem dritten Durchlauf der Verfahrensschritte 32 bis 37 könnte die Bestromung um 150mA gesenkt oder angehoben werden, usw..

[0042] Es ist sowohl möglich die Differenz des Druckes und oder die Zeit nach jedem der Durchläufe zu bestimmen. Alternativ ist es aber auch möglich nur die Verfahrensschritte 32 bis 36 zu wiederholen und eine Auswertung der Druckdifferenzen und /oder Zeit jedes Durchlaufes am Schluss in einem gemeinsamen Verfahrensschritt 37 anzuschließen.

[0043] Das erfindungsgemäße Verfahren wird durch ein Steuergerät 11 durchgeführt, welches über elektrische Steuerleitungen 25,26 mit dem regelbaren Ventil 15 und dem Druckregler 20 in Verbindung steht. Des Weiteren ist auf dem Steuergerät 11 eine Software hinterlegt und Daten über das Kennfeld des jeweiligen regelbaren Ventiles.

[0044] Das erfindungsgemäße Verfahren wird durch einen Werkstatt-Tester angefordert, welcher über eine beliebige Schnittstelle eine Verbindung mit dem Steuergerät 11 aufnehmen kann. Die Ergebnisse des erfindungsgemäßen Verfahrens werden durch das Steuergerät 11 an den Werkstatttester übermittelt.

Patentansprüche

- Verfahren zur Prüfung eines elektrisch angesteuerten Stellglieds in einer Kraftstoffördereinrichtung (10) einer Brennkraftmaschine, wobei das elektrische Stellglied ein regelbares Ventil (15) ist, welches eingangsseitig einer Hochdruckpumpe (16) angeordnet ist, wobei die Hochdruckpumpe (16) Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher (17) mit einem Druckreg-

ler (20) fördert und der Kraftstoffspeicher (17) mit mindestens einem Injektor (23) verbunden ist, durch die folgenden Schritte gekennzeichnet:

- 1.) Anheben der Drehzahl der Hochdruckpumpe (16). 5
- 2.) Ansteuern des regelbaren Ventils (15) bis der Druck im Kraftstoffspeicher (17) ein erstes niedriges Druckniveau erreicht hat.
- 3.) Verändern der Bestromung des regelbaren Ventils (15) um einen ersten vorgegeben Wert, so dass das regelbare Ventil (15) weiter geöffnet wird und gleichzeitiges Maximieren einer Einspritzmenge durch den mindestens einen Injektor (23) bis der Druck im Kraftstoffspeicher (17) einen ersten Schwellwert erreicht hat. 10
- 4.) Ansteuern des regelbaren Ventils (15), bis der Druck im Kraftstoffspeicher (17) wieder das erste niedrige Druckniveau erreicht hat. 15
- 5.) Bestimmen einer weiteren Größe, welche abhängig von dem ersten niedrigen Druckniveau und einem Maximalwert des Druckes, welcher im Kraftstoffspeicher (17) nach dem Erreichen des Schwellwertes erreicht wurde, ist, 20
- 6.) Vergleichen der weiteren Größe mit einem hinterlegten Kennfeld für das regelbare Ventils (15), wobei eine Abweichung von dem hinterlegten Kennfeld einen Rückschluss auf einen Fehler gibt. 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die weitere Größe die Druckdifferenz zwischen dem ersten niedrigen Druckniveau und einem Maximalwert des Druckes ist. 30
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die weitere Größe die Zeit ist, welche benötigt wird bis der Druck vom ersten niedrigen Druckniveau auf den Maximalwert des Druckes angestiegen ist. 35
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schritte 1.) bis 6.) mehrfach wiederholt werden und die Bestromung des regelbaren Ventils (15) jeweils um den gleichen Wert, welcher dem ersten vorgegeben Wert entspricht, verändert wird. 40
5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schritte 1.) bis 6.) mehrfach wiederholt werden und die Bestromung des regelbaren Ventils (15) um jeweils einen anderen Betrag verändert wird. 45
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Bestromung bei jeder Wiederholung um den gleichen Betrag erhöht oder erniedrigt wird. 50
7. Verfahren zur Prüfung eines elektrisch angesteuerten Stellglieds in einer Kraftstoffördereinrichtung (10) einer Brennkraftmaschine, wobei das elektri-

sche Stellglied ein regelbares Ventil (15) ist, welches eingangsseitig einer Hochdruckpumpe (16) angeordnet ist, wobei die Hochdruckpumpe (16) Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher (17) mit einem Druckregler (20) fördert und der Kraftstoffspeicher (17) mit mindestens einem Injektor (23) verbunden ist, durch die folgenden Schritte gekennzeichnet:

- 1.) Anheben der Drehzahl der Hochdruckpumpe (16).
- 2.) Ansteuern des regelbaren Ventils (15) bis der Druck im Kraftstoffspeicher (17) ein erstes niedriges Druckniveau erreicht hat.
- 3.) Verändern der Bestromung des regelbaren Ventils (15) um einen ersten vorgegeben Wert, so dass das regelbare Ventil (15) weiter geöffnet wird und gleichzeitiges Maximieren einer Einspritzmenge durch den mindestens einen Injektor (23) bis der Druck im Kraftstoffspeicher (17) einen ersten Schwellwert erreicht hat.
- 4.) Ansteuern des regelbaren Ventils (15), bis der Druck im Kraftstoffspeicher (17) wieder das erste niedrige Druckniveau erreicht hat.
- 5.) Bestimmen einer weiteren Größe, welche abhängig von dem ersten niedrigen Druckniveau und einem Maximalwert des Druckes, welcher im Kraftstoffspeicher (17) nach dem Erreichen des Schwellwertes erreicht wurde, ist, wobei die Schritte 1.) bis 5.) mehrfach wiederholt werden und die Bestromung des regelbaren Ventils (15) jeweils um den gleichen Wert, welcher dem ersten vorgegeben Wert entspricht, verändert wird, wobei eine Abweichung der weiteren Größe zwischen den Wiederholungen einen Rückschluss auf einen Fehler des regelbaren Ventils (15) gibt.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Druck in Schritt 2.) und 4.) über den Druckregler (20) eingestellt wird.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei vor Schritt 1.) Funktionalitäten gesperrt werden, welche das Ergebnis des Verfahrens verfälschen können.
10. Steuergerät (11) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9.
11. Werkstatt-Tester, welcher das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 auf dem Steuergerät (11) des Anspruchs 10 anfordert, welcher über eine beliebige Schnittstelle eine Verbindung mit dem Steuergerät (11) des Anspruchs 10 aufgenommen hat, und wobei die Ergebnisse des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 durch das Steuergerät an den Werkstatttester übermittelt werden.

Claims

1. Method for testing an electrically activated actuator in a fuel delivery device (10) of an internal combustion engine, wherein the electrical actuator is a controllable valve (15) which is located on the inlet side of a high-pressure pump (16), wherein the high-pressure pump (16) conveys fuel into a fuel accumulator (17) having a pressure controller (20), and the fuel accumulator (17) is connected to at least one injector (23), **characterized by** the following steps:
 - 1.) Increasing the rotational speed of the high-pressure pump (16).
 - 2.) Activating the controllable valve (15) until the pressure in the fuel accumulator (17) has reached a first low pressure level.
 - 3.) Changing the supply of current to the controllable valve (15) by a first specified value such that the controllable valve (15) is opened further, and simultaneously maximizing an injection quantity by means of the at least one injector (23) until the pressure in the fuel accumulator (17) has reached a first threshold value.
 - 4.) Activating the controllable valve (15) until the pressure in the fuel accumulator (17) has reached the first low pressure level again.
 - 5.) Determining a further quantity which depends on the first low pressure level and a maximum value of the pressure that was reached in the fuel accumulator (17) after the threshold value was reached,
 - 6.) Comparing the further quantity to a stored characteristic map for the controllable valve (15), wherein a deviation from the stored characteristic map indicates a fault.
2. Method according to Claim 1, wherein the further quantity is the pressure difference between the first low pressure level and a maximum value of the pressure.
3. Method according to Claim 1, wherein the further quantity is the time required until the pressure has increased from the first low pressure level to the maximum value of the pressure.
4. Method according to Claim 1, wherein the steps 1.) to 6.) are repeated multiple times, and the supply of current to the controllable valve (15) is changed each time by the same value which corresponds to the first specified value.
5. Method according to Claim 1, wherein the steps 1.) to 6.) are repeated multiple times, and the supply of current to the controllable valve (15) is changed each time by a different absolute amount.
6. Method according to Claim 5, wherein the supply of current is increased or decreased by the same absolute amount in each repetition.
7. Method for testing an electrically activated actuator in a fuel delivery device (10) of an internal combustion engine, wherein the electrical actuator is a controllable valve (15) which is located on the inlet side of a high-pressure pump (16), wherein the high-pressure pump (16) conveys fuel into a fuel accumulator (17) having a pressure controller (20), and the fuel accumulator (17) is connected to at least one injector (23), **characterized by** the following steps:
 - 1.) Increasing the rotational speed of the high-pressure pump (16).
 - 2.) Activating the controllable valve (15) until the pressure in the fuel accumulator (17) has reached a first low pressure level.
 - 3.) Changing the supply of current to the controllable valve (15) by a first specified value such that the controllable valve (15) is opened further, and simultaneously maximizing an injection quantity by means of the at least one injector (23) until the pressure in the fuel accumulator (17) has reached a first threshold value.
 - 4.) Activating the controllable valve (15) until the pressure in the fuel accumulator (17) has reached the first low pressure level again.
 - 5.) Determining a further quantity which depends on the first low pressure level and a maximum value of the pressure that was reached in the fuel accumulator (17) after the threshold value was reached,

wherein the steps 1.) to 5.) are repeated multiple times and the supply of current to the controllable valve (15) is changed each time by the same value which corresponds to the first specified value, wherein a deviation of the further quantity between the repetitions indicates a fault in the controllable valve (15).
8. Method according to one of the preceding claims, wherein the pressure in step 2.) and 4.) is set via the pressure controller (20).
9. Method according to one of the preceding claims, wherein functionalities that can corrupt the result of the method are blocked before step 1.).
10. Control device (11) for carrying out the method according to one of Claims 1 to 9.
11. Workshop tester which requests the method according to one of Claims 1 to 9 on the control device (11) of Claim 10 which has established a connection to the control unit (11) of Claim 10 via any type of interface, and wherein the results of the method ac-

cording to one of Claims 1 to 9 are transmitted to the workshop tester by the control unit.

Revendications

1. Procédé pour tester un actionneur à commande électrique dans un dispositif de refoulement de carburant (10) d'un moteur à combustion interne, dans lequel l'actionneur électrique est une vanne réglable (15) qui est disposée à l'entrée d'une pompe à haute pression (16), dans lequel la pompe à haute pression (16) refoule du carburant dans un réservoir de carburant (17) pourvu d'un régulateur de pression (20) et le réservoir de carburant (17) est relié à au moins un injecteur (23), **caractérisé par** les étapes suivantes :

- 1) augmenter la vitesse de rotation de la pompe à haute pression (16),
- 2) commander la vanne réglable (15) jusqu'à ce que la pression dans le réservoir de carburant (17) ait atteint un premier niveau de pression bas,
- 3) faire varier l'alimentation en courant de la vanne réglable (15) d'une première valeur prescrite de manière à ouvrir davantage la vanne réglable (15) et à simultanément augmenter au maximum une quantité d'injection par l'intermédiaire dudit au moins un injecteur (23) jusqu'à ce que la pression dans le réservoir de carburant (17) ait atteint une première valeur de seuil,
- 4) commander la vanne réglable (15) jusqu'à ce que la pression dans le réservoir de carburant (17) revienne au premier niveau de pression bas,
- 5) déterminer une autre grandeur qui est fonction du premier niveau de pression bas et d'une valeur maximale de la pression qui a été atteinte dans le réservoir de carburant (17) après que la valeur de seuil a été atteinte,
- 6) comparer l'autre grandeur à un diagramme caractéristique stocké pour la vanne réglable (15), dans lequel un écart par rapport au diagramme caractéristique stocké donne une indication de défaut.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'autre grandeur est la différence de pression entre le premier niveau de pression bas et une valeur maximale de la pression.
3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'autre grandeur est le temps nécessaire pour que la pression s'élève du premier niveau de pression bas à la valeur maximale de la pression.
4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les

étapes 1) à 6) sont répétées plusieurs fois et l'alimentation en courant de la vanne réglable (15) est amenée à varier de la même valeur, qui correspond à la première valeur prédéterminée.

5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les étapes 1) à 6) sont répétées plusieurs fois et l'alimentation en courant de la vanne réglable (15) est respectivement amenée à varier d'une quantité différente.
6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le courant est augmenté ou diminué de la même quantité lors de chaque répétition.
7. Procédé pour tester un actionneur à commande électrique dans un dispositif de refoulement de carburant (10) d'un moteur à combustion interne, dans lequel l'actionneur électrique est une vanne réglable (15) qui est disposée à l'entrée d'une pompe à haute pression (16), dans lequel la pompe à haute pression (16) refoule du carburant dans un réservoir de carburant (17) pourvu d'un régulateur de pression (20) et le réservoir de carburant (17) est relié à au moins un injecteur (23), **caractérisé par** les étapes suivantes :

- 1) augmenter la vitesse de rotation de la pompe à haute pression (16),
- 2) commander la vanne réglable (15) jusqu'à ce que la pression dans le réservoir de carburant (17) ait atteint un premier niveau de pression bas,
- 3) faire varier l'alimentation en courant de la vanne réglable (15) d'une première valeur prescrite de manière à ouvrir davantage la vanne réglable (15) et à simultanément augmenter au maximum une quantité d'injection par l'intermédiaire dudit au moins un injecteur (23) jusqu'à ce que la pression dans le réservoir de carburant (17) ait atteint une première valeur de seuil,
- 4) commander la vanne réglable (15) jusqu'à ce que la pression dans le réservoir de carburant (17) revienne au premier niveau de pression bas,
- 5) déterminer une autre grandeur qui est fonction du premier niveau de pression bas et d'une valeur maximale de la pression qui a été atteinte dans le réservoir de carburant (17) après que la valeur de seuil a été atteinte, dans lequel les étapes 1) à 5) sont répétées plusieurs fois et l'alimentation en courant de la vanne réglable (15) est respectivement amenée à varier de la même valeur qui correspond à la première valeur prescrite, dans lequel un écart de l'autre grandeur entre les répétitions donne une indication d'un défaut de la vanne réglable (15).

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la pression est réglée aux étapes 2) et 4) par l'intermédiaire du régulateur de pression (20).
5
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, avant l'étape 1), des fonctionnalités qui peuvent fausser le résultat du procédé sont bloquées.
10
10. Appareil de commande (11) destiné à mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 9.
15
11. Testeur d'atelier faisant appel au procédé selon l'une des revendications 1 à 9 sur l'appareil de commande (11) selon la revendication 10, qui a établi une connexion avec l'appareil de commande (11) de la revendication 10 par l'intermédiaire d'une interface quelconque, et dans lequel les résultats du procédé selon l'une des revendications 1 à 9 sont transmis par l'appareil de commande au testeur d'atelier.
20
25
30
35
40
45
50
55

Fig. 1

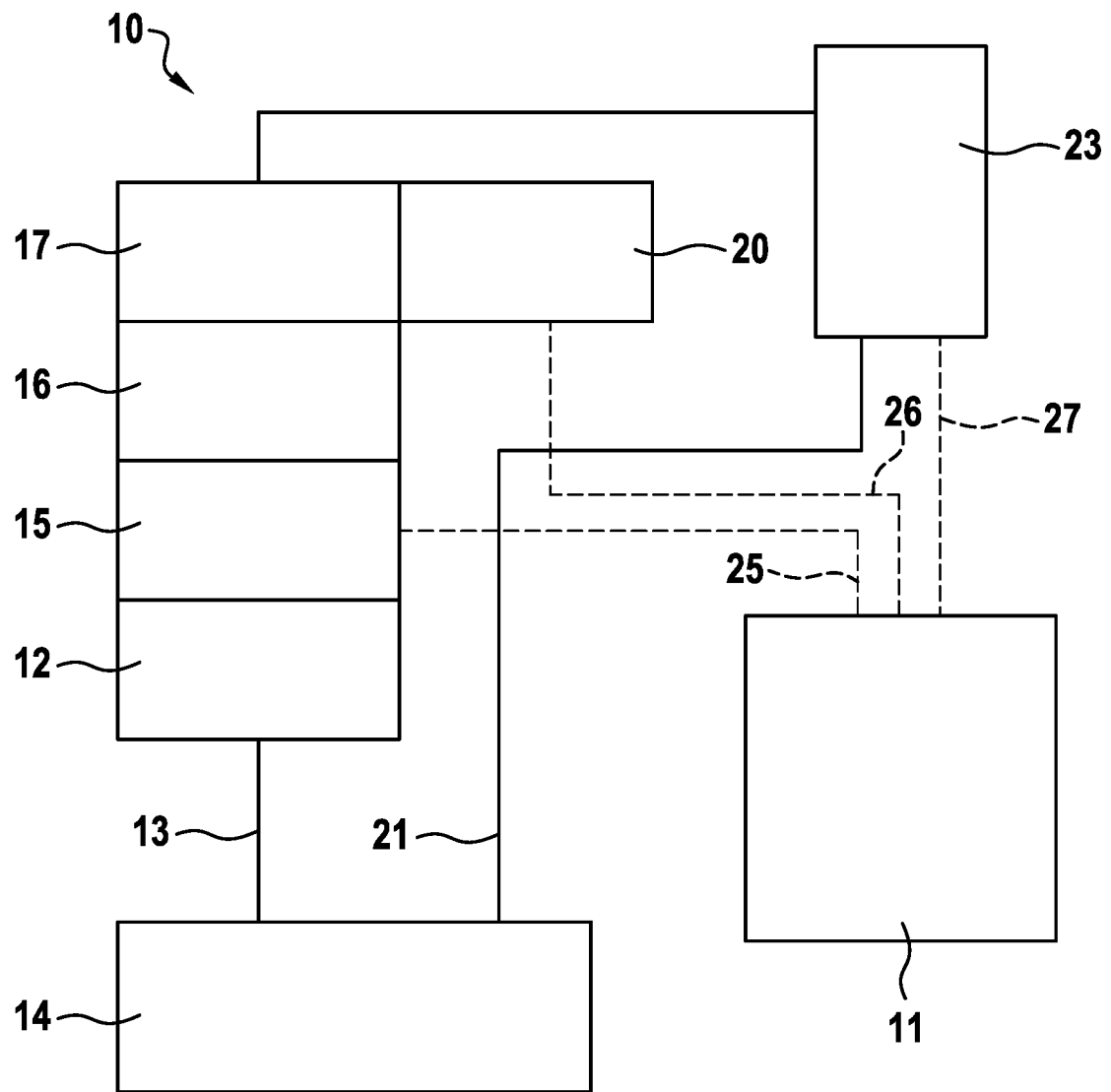
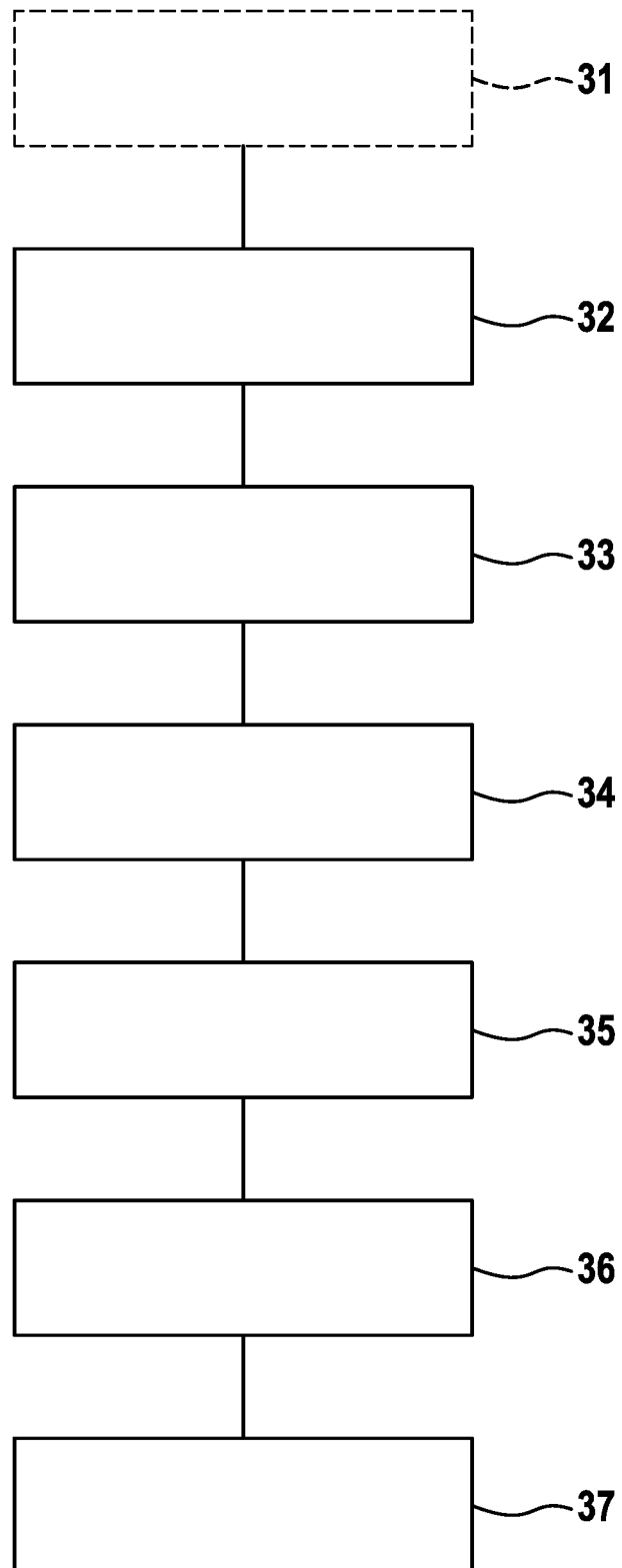


Fig. 2



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

- DE 10354656 A1 **[0002]**
- DE 102011005527 A1 **[0003]**
- EP 1279822 A2 **[0004]**