



Ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems (100) umfasst: - Ermitteln eines Werts eines Betriebszustandes einer Hochdruckpumpe (101) des Kraftstoffeinspritzsystems (100), wobei der Betriebszustand zumindest zwei Werte aufweist: einen Normalbetrieb und einen fehlerhaften Betrieb; - Ermitteln eines Werts des Systemdrucks in einem Hochdruckbereich (102) des Kraftstoffeinspritzsystems (100) in Abhängigkeit von einem Messsignal eines Drucksensors (103), wenn der Normalbetrieb ermittelt wurde; - Ermitteln eines Schätzwerts für den Systemdruck in dem Hochdruckbereich (102) unabhängig von dem Messsignal des Drucksensors (103), wenn der fehlerhafte Betrieb ermittelt wurde, umfassend: - Bereitstellen einer Zuordnungsvorschrift, die eine Zuordnung zumindest einer Betriebsgröße zu dem Systemdruck umfasst, - Ermitteln eines Werts der Betriebsgröße des Kraftstoffeinspritzsystems unabhängig von dem Messsignal des Drucksensors (103), - Ermitteln des Schätzwerts des Systemdrucks, der dem ermittelten Wert der Betriebsgröße zugeordnet ist, in Abhängigkeit von der Zuordnungsvorschrift.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems, insbesondere für ein Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zum
10 Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems, die ausgebildet ist, das Verfahren durchzuführen.

Hochdruckpumpen für Kraftstoffeinspritzsysteme weisen herkömmlich ein Druckbegrenzungsventil (auch Überdruckventil oder
15 Pressure Relief Valve genannt) auf. Dies ist meistens so mit der Hochdruckpumpe gekoppelt, dass es hydraulisch verriegelt ist. Hydraulisch verriegelt bedeutet, dass das Druckbegrenzungsventil ausgangsseitig mit einem Pumpenraum der Hochdruckpumpe verbunden ist. Entsprechend ist während des Pumpenförderhubs das
20 Druckbegrenzungsventil hydraulisch verriegelt und kann nicht öffnen. Um Wirkungsgradverluste zu vermeiden, wird der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils so eingestellt, dass es bei Normalbetrieb der Brennkraftmaschine nicht öffnet. Im Fehlerfall einer Pumpenvollförderung können Systemdrücke
25 auftreten, die deutlich außerhalb des spezifizierten Hochdruckbereichs liegen. Diese Systemdrücke liegen beispielsweise außerhalb des Messbereichs eines verwendeten Hochdrucksensors. Somit liegen im Fehlerfall keine verwertbaren Druckinformationen vor.

30

Es ist wünschenswert, ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems anzugeben, das auch im Fehlerfall der Hochdruckpumpe einen verlässlichen Betrieb des Kraftfahrzeugs

ermöglicht. Es ist zudem wünschenswert, eine Vorrichtung anzugeben, die ausgebildet ist, das Verfahren durchzuführen.

Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren zum Betreiben
5 eines Kraftstoffeinspritzsystems und eine Vorrichtung, die dazu ausgebildet ist, das Verfahren auszuführen.

Gemäß Ausführungsformen der Erfindung wird ein Wert eines Betriebszustands einer Hochdruckpumpe des Kraftstoffeinspritzsystems ermittelt. Der Betriebszustand weist zumindest
10 zwei Werte auf. Der Betriebszustand kann den Wert "Normalbetrieb" aufweisen oder den Wert "fehlerhafter Betrieb". Ein Wert des Systemdrucks in einem Hochdruckbereich des Kraftstoffeinspritzsystems wird in Abhängigkeit von einem Messsignal eines
15 Drucksensors ermittelt, wenn der Normalbetrieb ermittelt wurde. Wenn der fehlerhafte Betrieb ermittelt wurde, wird ein Schätzwert für den Systemdruck in dem Hochdruckbereich unabhängig von dem Messsignal des Drucksensors ermittelt. Das Ermitteln des Schätzwerts umfasst ein Bereitstellen einer Zuordnungsvorschrift, die eine Zuordnung zumindest einer Betriebsgröße zu dem
20 Systemdruck umfasst. Ein Wert der Betriebsgröße des Kraftstoffeinspritzsystems wird unabhängig von dem Messsignal des Drucksensors ermittelt. Der Schätzwert des Systemdrucks, der dem ermittelten Wert der Betriebsgröße zugeordnet ist, wird in
25 Abhängigkeit von der Zuordnungsvorschrift ermittelt.

Im Fehlerfall können Drücke im Hochdruckbereich auftreten, die von dem Drucksensor nicht mehr verlässlich ermittelt werden können. Um dennoch eine verlässliche Aussage über die aktuellen
30 Werte des Systemdrucks bereitstellen zu können, wird der Schätzwert des Systemdrucks mit Hilfe der Zuordnungsvorschrift ermittelt. Werte, die im Fehlerfall vom Drucksensor bereitgestellt werden, werden dabei nicht berücksichtigt. Die Zuordnungsvorschrift ist beispielsweise in einem Kennfeld in der

Motorsteuerung oder einer anderen Steuervorrichtung des Kraftstoffeinspritzsystems hinterlegt. Insbesondere wird die Zuordnungsvorschrift beziehungsweise das Kennfeld einmalig pro Kraftstoffeinspritzsystem an einem Einspritzsystemprüfstand
5 ermittelt und in dem Kraftstoffeinspritzsystem hinterlegt, insbesondere gespeichert. Die Zuordnungsvorschrift umfasst mindestens eine Zuordnung mindestens einer Betriebsgröße zu dem Systemdruck. Die Betriebsgröße ist eine Betriebsgröße des Kraftstoffeinspritzsystems, von der der Systemdruck abhängig
10 ist. Die Zuordnungsvorschrift beziehungsweise das Kennfeld umfasst somit Werte des Systemdrucks als Funktion von Werten der Betriebsgröße. Insbesondere ist die Zuordnungsvorschrift abhängig von einer Mehrzahl von Betriebsgrößen. Somit wird der Schätzwert des Systemdrucks in Abhängigkeit von jeweiligen
15 Werten der Mehrzahl der Betriebsgrößen ermittelt.

Durch das Verfahren zum Ermitteln des Werts des Systemdrucks unabhängig von dem Drucksensor ist es möglich, auch bei Werten des Systemdrucks, die außerhalb des vorgesehenen Druckbereichs
20 für das Kraftstoffeinspritzsystem liegen, Werte für den Systemdruck abzuschätzen, die ausreichend genau am tatsächlichen Wert des Systemdrucks liegen, um einen verlässlichen Betrieb des Kraftstoffeinspritzsystems zu ermöglichen.

25 Gemäß Ausführungsformen ist die Betriebsgröße die Kraftstofftemperatur des Kraftstoffeinspritzsystems. Gemäß weiteren Ausführungsformen ist die Betriebsgröße die Umgebungstemperatur. Gemäß weiteren Ausführungsformen ist die Betriebsgröße die Drehzahl der Brennkraftmaschine. Gemäß weiteren Ausführungsformen ist die Betriebsgröße eine weitere Größe, mittels der
30 der Systemdruck ermittelt werden kann. Die Zuordnungsvorschrift umfasst eine Zuordnung von einer einzigen der Betriebsgrößen oder mehreren der Betriebsgrößen zu dem Systemdruck. In dem entsprechenden Kennfeld ist somit beispielsweise der Wert des

Systemdrucks als Funktion des Werts der Kraftstofftemperatur und/oder der Umgebungstemperatur sowie der Drehzahl der Brennkraftmaschine abgelegt. Wird der Betriebszustand der Hochdruckpumpe als fehlerhafter Betrieb ermittelt, ist es
5 möglich, in Abhängigkeit von dem Wert der Drehzahl der Brennkraftmaschine und dem Wert der Kraftstofftemperatur und/oder der Umgebungstemperatur den Schätzwert des Systemdrucks mittels der Zuordnungsvorschrift beziehungsweise des Kennfelds zu ermitteln. Somit ist es möglich, auf teure Hochdrucksensoren
10 mit erweitertem Messbereich zu verzichten.

Gemäß Ausführungsformen ist die Zuordnungsvorschrift abhängig von Systemgrößen. Beispielsweise ist die Zuordnungsvorschrift abhängig von einem Nockenhub, einer Nockenform und/oder einer
15 Größe des hydraulischen Hochdruckvolumens. Beispielsweise werden die Systemgrößen einmalig an dem Einspritzsystemprüfstand ermittelt und in der Zuordnungsvorschrift beziehungsweise dem Kennfeld hinterlegt.

20 Gemäß Ausführungsformen umfasst das Ermitteln des Werts des Betriebszustands ein Ermitteln eines Ist-Werts des Systemdrucks, der länger als ein vorgegebener Zeitraum und größer als ein vorgegebener Grenzwert ist. Wenn der Ist-Wert des Systemdrucks über einen längeren Zeitraum oberhalb des vorgegebenen
25 Grenzwerts liegt, wird nachfolgend ein minimaler Fördergrad für die Hochdruckpumpe vorgegeben. Wenn sich der Wert des Systemdrucks nachfolgend nicht um mindestens einen vorgegebenen Wert im Vergleich zu dem ermittelten Ist-Wert verringert, wird der Wert des Betriebszustands als fehlerhafter Betrieb er-
30 mittelt. Wenn sich der Wert des Systemdrucks um mindestens den vorgegebenen Wert im Vergleich zu dem ermittelten Ist-Wert verringert, wird der Wert des Betriebszustands als Normalbetrieb ermittelt. Es liegt insbesondere dann kein Fehlerfall der Hochdruckpumpe vor, beispielsweise wurde der Ist-Wert des

Systemdrucks über den vorgegebenen Zeitraum größer als der vorgegebene Grenzwert ermittelt, weil der Drucksensor einen Sensoroffset aufweist.

5 Gemäß weiteren Ausführungsformen wird der ermittelte Schätzwert zur Ermittlung von Steuerdaten für ein Einspritzsystem verwendet, das mit dem Hochdruckbereich hydraulisch gekoppelt ist. Somit liegen auch im Fehlerfall der Pumpe bei Werten des Systemdrucks, die überhalb des durch den Drucksensor
10 ermittelbaren Bereichs liegen, Steuerdaten für das Einspritzventil vor, die ausreichend genau sind, um einen verlässlichen Betrieb der Brennkraftmaschine zu ermöglichen. Insbesondere ist durch den Schätzwert für den Systemdruck eine Einspritzmenge des Einspritzventils ausreichend präzise be-
15 kannt. Durch den Schätzwert sind Druckinformationen auch im Fehlerfall der hundertprozentigen Pumpenförderung bekannt, sodass die von den Injektoren während eines bekannten Öffnungszeitraums eingespritzte Kraftstoffmenge ermittelbar ist. Somit können auch im Pumpenfehlerfall verlässliche Laufeigenschaften der Brennkraftmaschine ermöglicht werden. Zudem kann
20 ein Zerstören des Katalysators aufgrund von zu wenig eingespritztem Kraftstoff vermieden werden. Dies ist auch ohne den Einsatz eines teuren Hochdrucksensors möglich, der auch die im Fehlerfall auftretenden hohen Drücke präzise ermitteln kann.
25 Weitere Vorteile, Merkmale und Weiterbildungen ergeben sich aus den nachfolgenden, in Verbindung mit den Figuren erläuterten Beispielen.

30 Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffeinspritzsystems gemäß Ausführungsformen,

Figur 2 ein Flussdiagramm zum Ermitteln des Werts des Betriebszustands gemäß Ausführungsformen, und

Figur 3 ein Flussdiagramm zum Ermitteln des Schätzwerts gemäß
5 Ausführungsformen.

Figur 1 zeigt ein Kraftstoffeinspritzsystem 100. Das Kraftstoffeinspritzsystem 100 weist eine Hochdruckpumpe 101 auf. Die Hochdruckpumpe 101 ist eingerichtet, Fluid aus einem Fluidtank 107 anzusaugen. Das Fluid ist beispielsweise ein Kraftstoff, insbesondere Benzin oder Diesel. Die Hochdruckpumpe 101 ist eingerichtet, das Fluid aus dem Fluidtank 107 mit einem Druck zu beaufschlagen und in einen Hochdruckbereich 102 zu fördern. Im Fall von Benzin ist die Hochdruckpumpe beispielsweise eingerichtet, auf der Hochdruckseite 102 Drücke von bis zu 250 bar bereitzustellen. Im Fall von Diesel ist die Hochdruckpumpe beispielsweise eingerichtet, auf der Hochdruckseite 102 Drücke von bis zu 3000 bar bereitzustellen. Im Hochdruckbereich 102 ist die Hochdruckpumpe 101 hydraulisch mit einer Kraftstoffsammelleitung 104 (auch Common Rail genannt) gekoppelt. Die Kraftstoffsammelleitung 104 dient als Druckspeicher für Einspritzventile 106, die hydraulisch mit der Kraftstoffsammelleitung 104 gekoppelt sind. Die Einspritzventile 106 sind eingerichtet, Fluid aus der Kraftstoffsammelleitung 104 in jeweils einem zugeordneten Brennraum einer Brennkraftmaschine 105 einzuspritzen. Im Hochdruckbereich 102, insbesondere an der Kraftstoffsammelleitung 104 ist ein Drucksensor 103 angeordnet. Der Drucksensor 103 ist eingerichtet, Werte des Systemdrucks im Hochdruckbereich 102 zu ermitteln und entsprechende Messsignale für eine Steuervorrichtung 108 bereitzustellen. Der Drucksensor 103 weist einen Wertebereich auf, in dem der Drucksensor 103 verlässlich die Werte des Systemdrucks ermitteln kann. Insbesondere weist der Drucksensor 103 einen oberen Grenzwert auf. Liegt der Wert des Systemdrucks oberhalb des Grenzwerts des

Drucksensors 103, sind die ermittelten Messwerte des Drucksensors 103 nicht mehr präzise. Beispielsweise liefert der Drucksensor 103 in dem Fall von Werten des Systemdrucks oberhalb des Grenzwerts keinerlei Information über den Systemdruck.

5

Werte des Systemdrucks oberhalb des Grenzwerts des Drucksensors 103 können insbesondere auftreten, wenn die Hochdruckpumpe 101 den Fehlerfall der hundertprozentigen Pumpenförderung aufweist. Die Hochdruckpumpe 101 ist herkömmlich eingerichtet, einen vorgegebenen Fördergrad in Abhängigkeit einer in der Kraftstoffsammeleleitung 104 benötigten Kraftstoffmenge zu liefern. Dazu weist die Hochdruckpumpe 101 beispielsweise ein digitales Einlassventil auf, das auch während des Förderhubs der Hochdruckpumpe 101 offengehalten werden, sodass ein Teil des während des Saughubs von der Hochdruckpumpe 102 angesaugten Fluids wieder zurück in Richtung des Fluidtanks 107 gefördert wird. Lediglich ein Teil des angesaugten Fluids wird während des Förderhubs in den Hochdruckbereich 102 gefördert. Wenn das digitale Einlassventil defekt ist, beispielsweise die Feder gebrochen ist oder das Einlassventil elektrisch defekt ist, ist ein Offenhalten des Einlassventils während des Förderhubs nicht mehr möglich. Die Hochdruckpumpe 101 kann nur noch mit einem hundertprozentigen Fördergrad arbeiten. Beispielsweise liegt der gewünschte Wert für einen Normalbetrieb des Kraftstoffeinspritzsystems 100 für den Systemdruck bei 200 bar. Der Hochdrucksensor 103 weist dann beispielsweise einen oberen Grenzwert von bis zu 280 bar auf. Wenn die Hochdruckpumpe einen fehlerhaften Betrieb aufweist, können Drücke von bis zu 400 bar oder mehr auftreten.

Figur 2 zeigt ein schematisches Flussdiagramm des Verfahrens zur Ermittlung des Betriebszustands der Hochdruckpumpe 101. In Schritt 201 wird ermittelt, dass der Ist-Wert des Systemdrucks länger als ein vorgegebener Zeitraum größer als ein vorgegebener Grenzwert ist. Beispielsweise ist der Grenzwert der obere

Grenzwert des Drucksensors 103. Zusätzlich wird in Schritt 201 gemäß Ausführungsform eine starke Abweichung des Hochdruckreglers ermittelt.

- 5 In Schritt 202 wird eine Funktionsfähigkeit des Drucksensors 103 überprüft. Wird festgestellt, dass der Drucksensor 103 defekt ist, wird in Schritt 204 ein Notbetrieb für den Fall defekter Drucksensor eingeleitet.
- 10 Wird in Schritt 202 ermittelt, dass der Drucksensor 103 wie vorgesehen funktioniert, wird in Schritt 203 ein minimaler Fördergrad für die Hochdruckpumpe 101 vorgegeben. Dadurch wird die Funktionsfähigkeit der Hochdruckpumpe, und insbesondere des digitalen Einlassventils, überprüft. In Schritt 205 wird dazu ein
- 15 Abfallen des Werts des Systemdrucks überprüft. Bei einer Hochdruckpumpe, die im Normalbetrieb arbeitet, fällt der Systemdruck bei dem vorgegebenen minimalen Fördergrad innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums in Bezug auf den ermittelten Ist-Wert ab.
- 20 Wenn der Wert des Systemdrucks um mindestens den vorgegebenen Wert im Vergleich zu dem ermittelten Ist-Wert verringert wird, wird in Schritt 206 ermittelt, dass die Pumpe im Betriebszustand Normalbetrieb arbeitet. Die in Schritt 201 ermittelten Ist-Werte
- 25 des Systemdrucks, die länger als der vorgegebene Zeitraum größer als der vorgegebene Grenzwert sind, haben eine andere Ursache. Beispielsweise kann ein Offset der Werte im Messsignal des Drucksensors 103 vorliegen.
- 30 Fällt der Wert des Systemdrucks nicht um mindestens den vorgegebenen Wert im Vergleich zu dem ermittelten Ist-Wert, wird der Betriebszustand der Hochdruckpumpe 101 als fehlerhafter Betrieb ermittelt. Insbesondere wird der Fehlerfall der hundertprozentigen Pumpenförderung ermittelt.

Figur 3 zeigt ein Flussdiagramm für das Verfahren zum Betreiben des Kraftstoffeinspritzsystems im Betriebszustand fehlerhafter Betrieb.

- 5 In Schritt 301 wird der Betriebszustand fehlerhafter Betrieb ermittelt. Beispielsweise wird der Betriebszustand durch das Verfahren ermittelt, wie in Zusammenhang mit Figur 2 erläutert.

10 In Schritt 302 wird nachfolgend ein Schätzwert für den Systemdruck in dem Hochdruckbereich 102 ermittelt, wobei das Messsignal des Drucksensors 103 unberücksichtigt bleibt. Zum Ermitteln des Schätzwerts wird mindestens ein Wert einer Betriebsgröße des Kraftstoffeinspritzsystems ermittelt. Die Betriebsgröße ist eine Betriebsgröße, deren Wert unabhängig von
15 dem Messsignal des Drucksensors ermittelbar ist. Insbesondere ist die Betriebsgröße nicht der Systemdruck. Die Betriebsgröße ist beispielsweise eine Temperatur, eine Drehzahl der Brennkraftmaschine 105 und/oder eine weitere Größe des Kraftstoffeinspritzsystems oder der Brennkraftmaschine oder der
20 Umgebung, die Einfluss auf den Wert des Systemdrucks hat. Aus dem ermittelten Wert der Betriebsgröße wird mit einer Zuordnungsvorschrift der Schätzwert des Systemdrucks ermittelt.

Die Zuordnungsvorschrift ist beispielsweise in einem Kennfeld in
25 der Steuervorrichtung 108 hinterlegt. In dem Kennfeld ist der Schätzwert des Systemdrucks als Funktion des Werts der Betriebsgröße abgelegt. Die Zuordnung der Werte der Betriebsgröße zu den entsprechenden Schätzwerten des Systemdrucks ist abhängig von der verwendeten Hochdruckpumpe 101, vom verwendeten Nockenhub, von der verwendeten Nockenform, von der Größe des
30 hydraulischen Hochdruckvolumens und/oder von der Temperatur. Die Zuordnung ist gemäß weiteren Ausführungsformen von weiteren Größen abhängig.

Die Zuordnungsvorschrift wird daher gemäß Ausführungsformen einmalig pro Kraftstoffeinspritzsystem 100 an einem Einspritzsystemprüfstand herausgefahren und charakterisiert. Somit liegt je Kraftstoffeinspritzsystem 100 eine präzise
5 Zuordnungsvorschrift vor, die die Systemgrößen des Kraftstoffeinspritzsystems 100 berücksichtigt. Gemäß Ausführungsformen wird eine Information im Kraftstoffeinspritzsystem 100 oder im Kraftfahrzeug bereitgestellt, dass die Hochdruckpumpe 101 den Betriebszustand fehlerhafter Betrieb hat.

10

In Schritt 303 werden beispielsweise in Abhängigkeit von dem Schätzwert des Systemdrucks Einspritzzeiten für die Einspritzventile 106 ermittelt. Da der Systemdruck und die Einspritzzeit die abgegebene Kraftstoffmenge im Wesentlichen
15 vorgeben, kann auch während des fehlerhaften Betriebs der Hochdruckpumpe 101 mit dem Schätzwert des Systemdrucks die Einspritzzeit genau genug vorgegeben werden, dass eine gewünschte Menge an Kraftstoff durch die Einspritzventile 106 eingespritzt werden. Gemäß Ausführungsformen wird die Kraft-
20 fahrzeugdynamik reduziert, beispielsweise durch eine Limitation des Drehmoments der Brennkraftmaschine 105 und/oder der maximalen Drehzahl der Brennkraftmaschine 105.

Durch den Schätzwert des Systemdrucks, der durch die Zuord-
25 nungsvorschrift bekannt ist, liegen auch für den Betriebszustand des fehlerhaften Betriebs ausreichend genaue Informationen über den Systemdruck vor. Insbesondere liegen Informationen über den Systemdruck in Druckbereichen vor, in denen der Hochdrucksensor 103 keine verlässlichen Werte liefern kann. Durch die Zuord-
30 nungsvorschrift kann daher auf teure Hochdrucksensoren mit erweiterten Messbereichen verzichtet werden, die auch im fehlerhaften Betrieb der Hochdruckpumpe verlässliche Werte des Systemdrucks liefern könnten. Somit ist das Kraftstoffeinspritzsystem kostengünstig. Durch die Zuordnungsvorschrift ist

auch während des fehlerhaften Betriebs ist es möglich, die Injektoren 106 so anzusteuern, dass sie eine definierte Kraftstoffmenge einspritzen. Die Einspritzventile 106 sind ebenfalls kennfeldgesteuert über ein sogenanntes druckabhängiges ti-Map. Mittels des ermittelten Schätzwerts für den Systemdruck ist es möglich, über das ti-Map eine ordnungsgemäße Einspritzung zu realisieren. Wird der fehlerhafte Betrieb über eine Fehlerdiagnose detektiert - erkannt, ist es möglich, abhängig von den Werten der Betriebsgrößen den Schätzwert des Systemdrucks mittels der Zuordnungsvorschrift zu berechnen. Ein dem Schätzwert entsprechendes ti-Map kann zur Ansteuerung der Einspritzventile 106 verwendet werden.

Durch die Zuordnungsvorschrift ist es einfach und kostengünstig möglich, auf den Schätzwert als Ersatzwert für den durch den Drucksensor ermittelten Wert des Systemdrucks zu schließen. Somit ist auch während des fehlerhaften Betriebs der Hochdruckpumpe zumindest ein Notbetrieb des Kraftstoffeinspritzsystems und damit der Brennkraftmaschine 105 möglich. Das Kraftfahrzeug kann auch im fehlerhaften Betrieb der Hochdruckpumpe noch betrieben werden, um beispielsweise zu einer Werkstatt zu fahren. Beschädigungen während der Fahrt im fehlerhaften Betrieb der Hochdruckpumpe, beispielsweise am Katalysator, können vermieden werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems (100), umfassend:

- 5 - Ermitteln eines Werts eines Betriebszustandes einer Hochdruckpumpe (101) des Kraftstoffeinspritzsystems (100), wobei der Betriebszustand zumindest zwei Werte aufweist: einen Normalbetrieb und einen fehlerhaften Betrieb;
- Ermitteln eines Werts des Systemdrucks in einem Hochdruckbereich (102) des Kraftstoffeinspritzsystems (100) in Abhängigkeit von einem Messsignal eines Drucksensors (103), wenn der Normalbetrieb ermittelt wurde;
- 10 - Ermitteln eines Schätzwerts für den Systemdruck in dem Hochdruckbereich (102) unabhängig von dem Messsignal des Drucksensors (103), wenn der fehlerhafte Betrieb ermittelt wurde, umfassend:
- Bereitstellen einer Zuordnungsvorschrift, die eine Zuordnung zumindest einer Betriebsgröße zu dem Systemdruck umfasst,
- Ermitteln eines Werts der Betriebsgröße des Kraftstoffeinspritzsystems unabhängig von dem Messsignal des Drucksensors (103),
- 20 - Ermitteln des Schätzwerts des Systemdrucks, der dem ermittelten Wert der Betriebsgröße zugeordnet ist, in Abhängigkeit von der Zuordnungsvorschrift.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Betriebsgröße eines ist aus: Kraftstofftemperatur, Umgebungstemperatur und Drehzahl einer Brennkraftmaschine (105), die von dem Kraftstoffeinspritzsystem (100) versorgt wird.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Zuordnungsvorschrift abhängig ist von Systemgrößen, insbesondere von Nockenhub, Nockenform und/oder Größe des hydraulischen Hochdruckvolumens.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Ermitteln des Werts des Betriebszustands umfasst:

- Ermitteln eines Ist-Werts des Systemdrucks, der länger als ein vorgegebener Zeitraum größer als ein vorgegebenen Grenzwert ist,

5 - Vorgeben eines minimalen Fördergrades für die Hochdruckpumpe (101),

- Ermitteln des Werts des Betriebszustands als fehlerhafter Betrieb, wenn sich der Wert des Systemdrucks nicht um mindestens einen vorgegebenen Wert im Vergleich zu dem ermittelten Ist-Wert verringert.

10

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, umfassend:

- Verwenden des ermittelten Schätzwerts zur Ermittlung von Steuerdaten für ein Einspritzventil (106), das mit dem Hochdruckbereich (102) hydraulisch gekoppelt ist.

15

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, umfassend:

- Verwenden des ermittelten Schätzwerts zur Ermittlung einer Einspritzmenge eines Einspritzventils (106), das mit dem Hochdruckbereich (102) hydraulisch gekoppelt ist.

20

7. Vorrichtung zum Betreiben eines Kraftstoffeinspritzsystems (100), die ausgebildet ist zum:

- Ermitteln eines Werts eines Betriebszustandes einer Hochdruckpumpe (101) des Kraftstoffeinspritzsystems (100), wobei der Betriebszustand zumindest zwei Werte aufweist: einen Normalbetrieb und einen fehlerhaften Betrieb;

25

- Ermitteln eines Werts des Systemdrucks in einem Hochdruckbereich (102) des Kraftstoffeinspritzsystems (100) in Abhängigkeit von einem Messsignal eines Drucksensors (103), wenn der Normalbetrieb ermittelt wurde;

30

- Ermitteln eines Schätzwerts für den Systemdruck in dem Hochdruckbereich (102) unabhängig von dem Messsignal des

Drucksensors (103), wenn der fehlerhafte Betrieb ermittelt wurde, umfassend:

- Bereitstellen einer Zuordnungsvorschrift, die eine Zuordnung zumindest einer Betriebsgröße zu dem Systemdruck umfasst,
- 5 - Ermitteln eines Werts der Betriebsgröße des Kraftstoffeinspritzsystems unabhängig von dem Messsignal des Drucksensors (103),
- Ermitteln des Schätzwerts des Systemdrucks, der dem ermittelten Wert der Betriebsgröße zugeordnet ist, in Abhängigkeit von der
- 10 Zuordnungsvorschrift.

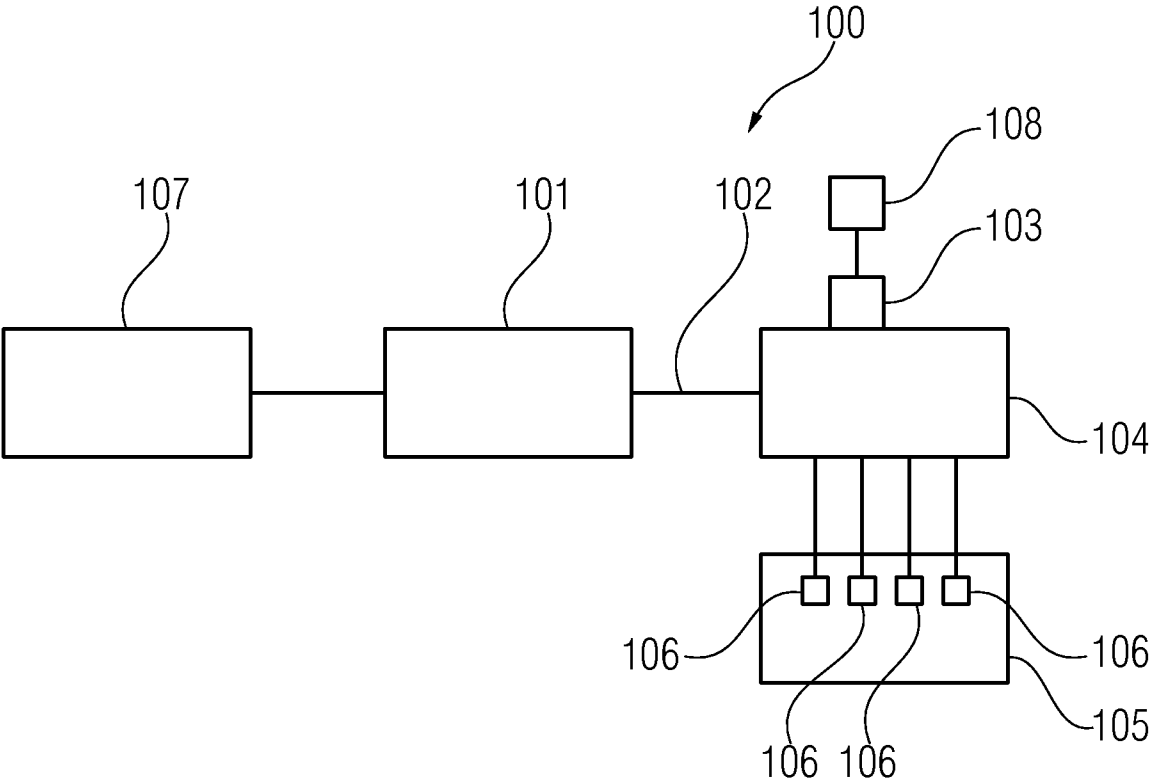


FIG 1

2/2

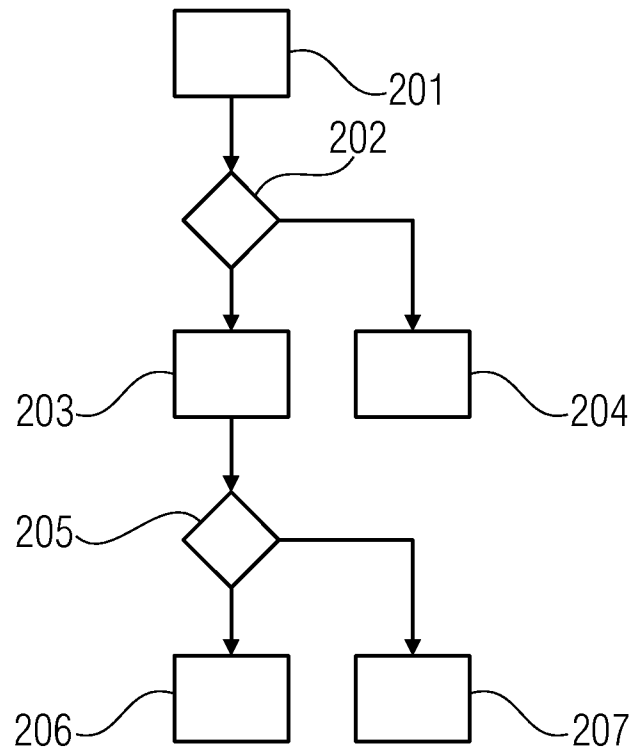


FIG 2

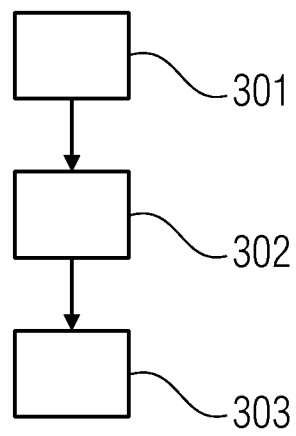


FIG 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/070882

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/38 F02D41/22
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2011 075947 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 22 November 2012 (2012-11-22) paragraphs [0013], [0016], [0017], [0020]; claim 1; figures 1-4 paragraphs [0054] - [0056] -----	1-7
A	US 2010/275679 A1 (WANG WENBO [US] ET AL) 4 November 2010 (2010-11-04) paragraphs [0016], [0040] - [0043]; claims 1,5 -----	1,2,7
A	EP 1 867 859 A1 (DENSO CORP [JP]) 19 December 2007 (2007-12-19) claim 1; figure 2 -----	1-7
A	DE 10 2005 035092 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 1 February 2007 (2007-02-01) claims 1,6,7,8; figure 1 -----	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 November 2014

Date of mailing of the international search report

26/11/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boye, Michael

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/070882

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011075947 A1	22-11-2012	NONE	

US 2010275679 A1	04-11-2010	CN 101922367 A	22-12-2010
		DE 102010018449 A1	23-12-2010
		US 2010275679 A1	04-11-2010

EP 1867859 A1	19-12-2007	CN 101151452 A	26-03-2008
		EP 1867859 A1	19-12-2007
		JP 2006291755 A	26-10-2006
		US 2009070004 A1	12-03-2009
		WO 2006109656 A1	19-10-2006

DE 102005035092 A1	01-02-2007	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02D41/38 F02D41/22
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2011 075947 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 22. November 2012 (2012-11-22) Absätze [0013], [0016], [0017], [0020]; Anspruch 1; Abbildungen 1-4 Absätze [0054] - [0056] -----	1-7
A	US 2010/275679 A1 (WANG WENBO [US] ET AL) 4. November 2010 (2010-11-04) Absätze [0016], [0040] - [0043]; Ansprüche 1,5 -----	1,2,7
A	EP 1 867 859 A1 (DENSO CORP [JP]) 19. Dezember 2007 (2007-12-19) Anspruch 1; Abbildung 2 -----	1-7
A	DE 10 2005 035092 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 1. Februar 2007 (2007-02-01) Ansprüche 1,6,7,8; Abbildung 1 -----	1-7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. November 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/11/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boye, Michael

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/070882

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011075947 A1	22-11-2012	KEINE	

US 2010275679 A1	04-11-2010	CN 101922367 A	22-12-2010
		DE 102010018449 A1	23-12-2010
		US 2010275679 A1	04-11-2010

EP 1867859 A1	19-12-2007	CN 101151452 A	26-03-2008
		EP 1867859 A1	19-12-2007
		JP 2006291755 A	26-10-2006
		US 2009070004 A1	12-03-2009
		WO 2006109656 A1	19-10-2006

DE 102005035092 A1	01-02-2007	KEINE	
