



(10) **DE 10 2013 208 268 B4** 2018.05.09

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 208 268.1**
(22) Anmeldetag: **06.05.2013**
(43) Offenlegungstag: **06.11.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.05.2018**

(51) Int Cl.: **F02D 41/40 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover,
DE**

(72) Erfinder:
**Eser, Gerhard, 93155 Hemau, DE; Subbanna,
Sharath, Bangalore, IN; Caretta, Gianluca, Dr.,
90403 Nürnberg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

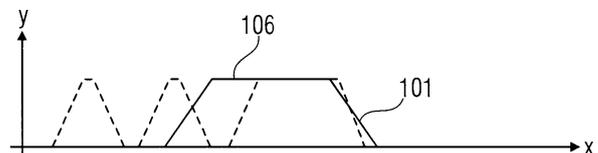
DE	103 43 759	A1
DE	10 2007 058 228	A1
DE	10 2008 054 690	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Einspritzvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betreiben einer Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Mehrzahl von Brennräumen und jeweils zugeordneten Injektoren, umfassend:

- Ermitteln eines ersten Werts einer Größe bei einer Einspritzung (100) eines Injektors der Injektoren in den zugeordneten Brennraum, wobei die Größe repräsentativ ist für die Leistungsabgabe des Brennräume und die Einspritzung (100) mindestens zwei Soll-Teileinspritzungen (101) aufweist,
- Ermitteln eines zweiten Werts der Größe bei einer Testeinspritzung (106) des Injektors, die nur eine einzige Teileinspritzung (101) aufweist,
- Vergleichen der beiden ermittelten Werte, und, wenn der erste und der zweite Wert gleich sind oder maximal eine vorgegebene Abweichung voneinander aufweisen:
- Ermitteln, dass bei der Einspritzung (100) mindestens zwei Teileinspritzungen (101) stattgefunden haben.

Figur zur Zusammenfassung



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Mehrzahl von Brennräumen.

[0002] Bei Kraftfahrzeugen mit sogenannten Common Rail Einspritzsystemen sind mehrere, typischerweise alle Injektoren mit einer gemeinsamen Kraftstoffleitung gekoppelt, die unter einem hohen Druck steht. Die jeweils am Beginn eines Arbeitstakts in jedem Brennraum der Brennkraftmaschine einzuspritzende Einspritzmenge an Kraftstoff wird typischerweise in erster Linie dadurch dosiert, dass die Injektoren mit einer kürzer oder länger gewählten Ansteuerdauer angesteuert werden, während der diese Injektoren geöffnet werden, um Kraftstoff in den jeweiligen Zylinder dringen zu lassen. Eine Notwendigkeit der Anpassung dabei tatsächlich eingespritzter Einspritzmengen an von einem jeweiligen Betriebszustand der Brennkraftmaschine abhängende Soll-einspritzmengen ergibt sich dabei insbesondere aus zeitlichen Änderungen von Eigenschaften der Injektoren. So können insbesondere Verschleißerscheinungen oder Ablagerungen dazu führen, dass sich eine tatsächliche Öffnungsdauer oder ein tatsächlicher Öffnungsgrad der Injektoren bei gegebenen Kraftstoffdruck und gegebener Ansteuerdauer während einer Lebensdauer der Injektoren verändert.

[0003] Auch herstellungsbedingte Toleranzen führen zu Abweichungen bei den tatsächlich eingespritzten Einspritzmengen, genauso wie beispielsweise eine fehlerhafte Kalibrierung und/oder eine fehlerhafte Montage. Dies führt insbesondere zu einer unterschiedlichen Leistungsabgabe der einzelnen Brennräume der Brennkraftmaschine.

[0004] Eine Einspritzung kann in mehrere Teileinspritzungen aufgeteilt sein. Dabei können so genannte Voreinspritzungen, eine Haupteinspritzung und Nacheinspritzungen durchgeführt werden. So ist es beispielsweise möglich, die Geräuschemission der Brennkraftmaschine zu reduzieren. Insbesondere bei den Voreinspritzungen, die eine vergleichsweise geringe Kraftstoffmenge einspritzen sollen, können Veränderungen und Toleranzen der Injektoren eine vergleichsweise große Auswirkung auf die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge haben.

[0005] Die DE 10 2007 058 228 A1 beschreibt ein Verfahren zur Fehlermessung der Voreinspritzung bei Verbrennungsmotoren. Dabei wird eine Abweichung zwischen einer tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge und einer Sollmenge ermittelt. Dazu wird in einem ersten Zustand eine Kraftstoffmenge mittels einer Einspritzung eingespritzt und in einem zweiten Zustand eine Kraftstoffmenge mittels einer Vor- und einer Haupteinspritzung. Aus einer Abwei-

chung der beiden Kraftstoffmengen wird die Abweichung ermittelt.

[0006] Die DE 103 43 759 A1 zeigt ein Verfahren zur Bestimmung der Abweichung der tatsächlichen Einspritzmenge von einer berechneten Referenzeinspritzmenge eines Kraftstoffeinspritzsystems. Dazu wird eine zur Aufrechterhaltung eines konstanten Betriebspunkts der Brennkraftmaschine erforderliche erste Einspritzmenge einer Einfacheinspritzung ermittelt und eine zur Aufrechterhaltung des konstanten Betriebspunkts erforderliche zweite Gesamteinspritzmenge einer Mehrfacheinspritzung ermittelt.

[0007] Die DE 10 2008 054 690 A1 beschreibt ein Verfahren zur Kalibrierung der Einspritzmenge einer Teileinspritzung in einem Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine. Dazu wird ein Korrekturwert für die Teileinspritzung in einen einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine durch Stimulation wenigstens zweier Einspritzmuster ermittelt. Somit ist ermittelbar, ob die Einspritzmenge der Teileinspritzung von einem vorgegebenen Wert abweicht.

[0008] Es ist wünschenswert, ein Verfahren sowie eine korrespondierende Vorrichtung zum Betreiben einer Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine anzugeben, die einen zuverlässigen Betrieb der Brennkraftmaschine ermöglicht.

[0009] Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine korrespondierende Vorrichtung zum Betreiben einer Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Mehrzahl von Brennräumen und jeweils den Brennräumen zugeordneten Injektoren. Die Vorrichtung ist beispielsweise Teil einer Motorsteuerung eines Kraftfahrzeugs.

[0010] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird ein erster Wert einer Größe bei einer Einspritzung eines Injektors der Injektoren in den zugeordneten Brennraum ermittelt. Die Größe ist repräsentativ für die Leistungsabgabe des Brennraums. Die Einspritzung weist mindestens zwei Soll-Teileinspritzungen auf. Ein zweiter Wert der Größe bei einer Testeinspritzung des Injektors wird ermittelt. Die Testeinspritzung weist nur eine einzige Teileinspritzung auf. Die beiden ermittelten Werte werden verglichen. Wenn der erste und der zweite Wert gleich sind oder maximal eine vorgegebene Abweichung voneinander aufweisen, wird ermittelt, dass bei der Einspritzung mindestens zwei Teileinspritzungen stattgefunden haben.

[0011] Durch das Vergleichen der Testeinspritzung mit der Einspritzung ist es möglich, festzustellen, ob die mindestens zwei Soll-teileinspritzungen tatsächlich so durchgeführt wurden, dass Kraftstoff in den zugeordneten Brennraum eingespritzt wurde. Der Injektor wird beispielsweise so angesteuert, insbeson-

dere bestromt, dass gemäß den hinterlegten Kennfeldern die mindestens zwei Soll-Teileinspritzungen stattfinden. Durch den Vergleich mit der Testeinspritzung ist es möglich zu überprüfen, ob der Injektor tatsächlich so angesteuert wurde, dass mindestens zwei Teilmengen des Kraftstoffs eingespritzt wurden. Dadurch, dass die Testeinspritzung nur eine einzige Teileinspritzung aufweist, haben herstellungsbedingte Toleranzen, eine fehlerhafte Kalibrierung, Verschleißerscheinungen, Ablagerungen, eine fehlerhafte Montage und/oder weitere Einflussfaktoren, die insbesondere die tatsächlich eingespritzte Menge bei vergleichsweise kleinen Teileinspritzungen beeinflussen, keinen oder keinen wesentlichen Einfluss auf die bei der Testeinspritzung tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge.

[0012] Wenn der erste Wert und der zweite Wert der Größe gleich oder im Wesentlichen gleich sind, werden auch die vergleichsweise kleinen Teileinspritzungen der Einspritzung so durchgeführt, wie erwartet. Ein Fehler in der Einspritzung, der auf dem Fehlen von einer oder mehreren Teileinspritzungen beruht, kann ausgeschlossen werden. Wenn der erste und der zweite Wert voneinander abweichen kann auf ein Fehlen von mindestens einer der Teileinspritzungen geschlossen werden. Mindestens ein Einflussfaktor, der vorrangig Auswirkungen auf kleine beziehungsweise kurze Teileinspritzungen hat, hat eine Abweichung der tatsächlichen Teileinspritzung von der Soll-Einspritzung verursacht. Diese Abweichung verursacht bei der Testeinspritzung, die lediglich eine einzige, vergleichsweise lange Teileinspritzung aufweist, keine beziehungsweise keine wesentliche Abweichung der tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge von der Soll-Kraftstoffmenge.

[0013] Gemäß weiteren Ausführungsformen wird eine Kraftstoffmenge für die Testeinspritzung so vorgegeben, dass sie einer Soll-Kraftstoffmenge der mindestens zwei Soll-Teileinspritzungen entspricht. Somit ist verlässlich ermittelbar, ob bei den Teileinspritzungen tatsächlich die vorgegebene Kraftstoffmenge auch bei den vergleichsweise kurzen Teileinspritzungen eingespritzt wurde.

[0014] Gemäß weiteren Ausführungsformen umfasst die Einspritzung mindestens eine weitere Teileinspritzung. Die Leistungsabgabe des Brennraums ist unabhängig von der weiteren Teileinspritzung. Die Kraftstoffmenge für die Testeinspritzung wird unabhängig von der mindestens einen weiteren Teileinspritzung vorgegeben. Somit wird die Kraftstoffmenge für die Testeinspritzung so vorgegeben, dass nur die Soll-Kraftstoffmenge der Teileinspritzungen berücksichtigt wird, die einen Einfluss auf die Leistungsabgabe des Brennraums haben. Insbesondere finden die weiteren Teileinspritzungen zeitlich nach den Teileinspritzungen statt.

[0015] Gemäß weiteren Ausführungsformen ist mindestens eine der Teileinspritzungen eine Voreinspritzung und eine Teileinspritzung eine Haupteinspritzung. Die Voreinspritzung wird vor der Haupteinspritzung eingespritzt. Die Haupteinspritzung weist eine größere Soll-Kraftstoffmenge auf als die Voreinspritzung. Wenn der erste und der zweite Wert der Größe gleich sind oder maximal die vorgegebene Abweichung voneinander aufweisen, wird ermittelt, dass bei der Einspritzung die mindestens eine Voreinspritzung stattgefunden hat. Die weiteren Teileinspritzungen finden insbesondere nach der Haupteinspritzung statt und sind insbesondere so genannte Nacheinspritzungen. Die Nacheinspritzungen haben insbesondere keine Auswirkungen auf die Leistungsabgabe.

[0016] Gemäß weiteren Ausführungsformen wird ein Wert einer Drehzahl der Brennkraftmaschine ermittelt. Nur wenn der ermittelte Wert kleiner als ein vorgegebener Wert für die Drehzahl ist, wird das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt. Die Überprüfung, ob die Teileinspritzungen tatsächlich stattgefunden haben, wird in einem vergleichsweise niedrigen Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine durchgeführt. Somit ist eine verlässliche Ermittlung möglich.

[0017] Gemäß weiteren Ausführungsformen wird der erste Wert der Größe für jeden Injektor der Injektoren ermittelt. Der Injektor, bei dem der ermittelte erste Wert eine größte Abweichung von einem vorgegebenen Sollwert aufweist, wird ermittelt. Der erste Wert, der die größte Abweichung von dem vorgegebenen Sollwert aufweist wird zum Vergleich mit dem zweiten Wert verwendet. Somit wird die Überprüfung, ob die Teileinspritzungen tatsächlich stattgefunden haben, bei dem Injektor durchgeführt, der die größte Abweichung von dem vorgegebenen Sollwert, beispielsweise der vorgegebene Kraftstoffmenge hat.

[0018] Gemäß weiteren Ausführungsformen wird das Verfahren bei dem Injektor durchgeführt, dessen zugeordneter Brennraum die geringste Leistungsabgabe der Brennräume hat.

[0019] Weitere Vorteile, Merkmale und Weiterbildungen ergeben sich aus den nachfolgenden in Verbindung mit den Figuren erläuterten Beispielen. Gleiche, gleichartige und gleich wirkende Elemente können dabei mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein.

[0020] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Einspritzung gemäß einer Ausführungsform,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Einspritzung gemäß einer Ausführungsform,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Test-Einspritzung gemäß einer Ausführungsform, und

Fig. 4 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform.

[0021] Die schematische Darstellung der **Fig. 1** zeigt ein Diagramm, auf dessen X-Achse die Ansteuerzeit eines Injektors aufgetragen ist. Auf der Y-Achse ist die resultierende Nadelbewegung aufgetragen. Ein Injektor wird für eine Einspritzung während eines Taktzyklusses einer Brennkraftmaschine also mehrfach so angesteuert, dass sich die Ventilnadel des Injektors bewegt. Durch die Bewegung der Ventilnadel wird ein Kraftstoffstrom durch den Injektor freigegeben und eine Einspritzung in einem Brennraum, dem der Injektor zugeordnet ist, findet statt. In der Ruheposition wird der Kraftstoffstrom durch den Injektor durch die Ventilnadel verhindert.

[0022] Der Massestrom durch den Injektor, beziehungsweise die eingespritzte Menge an Kraftstoff in den zugeordneten Brennraum, gibt eine Leistungsabgabe des Brennraums vor. Bei der Brennkraftmaschine, beispielsweise ein Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs, der mit Diesel oder Benzin betrieben wird, werden während eines einzigen Einspritzungsaktes eine Mehrzahl von Teileinspritzungen **101** und **102** in den Brennraum eingespritzt. Die Teileinspritzungen **101** und **102** bilden eine Einspritzung **100** während eines einzigen Einspritztakts in einen einzigen Brennraum. Die Teileinspritzungen **102** sind zeitlich nach den Teileinspritzungen **101** vorgesehen. Die zeitlich letzte Teileinspritzung **101** einer Mehrzahl **105** von Teileinspritzungen **101** ist beispielsweise die so genannte Haupteinspritzung **104**. Vor der Haupteinspritzung **104** wird eine Mehrzahl von Voreinspritzungen **103** durchgeführt. Die Teileinspritzungen **102** nach der Haupteinspritzung **104** leisten keinen wesentlichen Beitrag zur Leistungsabgabe. Die Aufteilung der Einspritzung **100** in mehrere Teileinspritzungen **101** und **102** hat beispielsweise eine vergleichsweise geringere Geräuschemission der Brennkraftmaschine zur Folge.

[0023] Die tatsächliche Bewegung der Ventilnadel und damit die tatsächlich eingespritzte Menge an Kraftstoff kann während des Betriebs der Brennkraftmaschine Schwankungen unterworfen sein. Beispielsweise beeinflussen Fertigungstoleranzen und/oder eine Abnutzung die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge. Dadurch tritt bei gleicher Ansteuerung ein Unterschied der tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge auf. Von Einflussfaktoren können insbesondere die Voreinspritzungen **103** beeinflusst werden, da diese eine relativ kurze Dauer der Nadelbewegung aufweisen.

[0024] **Fig. 2** zeigt schematisch eine Einspritzung **100** gemäß einer Ausführungsform, bei der die Vor-

einspritzungen **103** einen im Vergleich zu **Fig. 1** geringere Nadelbewegung aufweisen. Lediglich zum besseren Verständnis sind die Teileinspritzungen der **Fig. 1** gestrichelt dargestellt. Bei den Voreinspritzungen **103** wird weniger Kraftstoff eingespritzt als in **Fig. 1**. Dies führt zu einer geringeren Leistungsabgabe aufgrund der Voreinspritzungen **103**. Diese geringere Leistungsabgabe wird durch eine Erhöhung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge der Haupteinspritzung **104** ausgeglichen.

[0025] Bei einem Injektor, der eine zu geringe Kraftstoffmenge einspritzt und daraus eine zu geringe Leistungsabgabe resultiert, oder einen Injektor der eine zu langsame Nadelöffnung aufweist in Bezug auf eine vorgegebene Bestromung, können die Voreinspritzungen **103** zu klein sein. Herkömmlich wird dann ein Korrekturfaktor auf die für die Leistungsabgabe relevanten Teileinspritzungen **105** angewandt und so die aufgrund der zu kleinen Voreinspritzungen **103** fehlende Leistungsabgabe kompensiert (**Fig. 2**). Um nicht nur die Mehrzahl **105** von Teileinspritzungen **101** pauschal korrigieren zu können, sondern die Voreinspritzungen **103** und die Haupteinspritzung **104** unabhängig voneinander korrigieren zu können, ist es notwendig, festzustellen, ob die Voreinspritzungen **103** tatsächlich stattgefunden haben.

[0026] Wie in **Fig. 3** dargestellt, wird dazu eine Testeinspritzung **106** in den zu untersuchenden Brennraum eingespritzt. Die Testeinspritzung **106** weist lediglich eine einzige Teileinspritzung **101** während eines einzigen Einspritztakts auf. Gemäß weiteren Ausführungsformen weist die Testeinspritzung **106** mehr als eine einzige Teileinspritzung auf, wobei die Teileinspritzungen der Testeinspritzung **106** länger sind als eine Voreinspritzung **101**.

[0027] Die Testeinspritzung **106** wird so vorgegeben, dass sie der Summe aus Voreinspritzungen **103** und Haupteinspritzung **104** der **Fig. 1** entspricht. Die Soll-Kraftstoffmenge der Voreinspritzungen **103** und der Haupteinspritzung **104** entspricht der Soll-Kraftstoffmenge der Testeinspritzung **106**. Die Soll-Kraftstoffmenge der Testeinspritzung **106** wird ohne Berücksichtigung der durch die Teileinspritzungen **102** eingespritzte Kraftstoffmenge vorgegeben. Die Leistungsabgabe des Brennraums beziehungsweise der Wert einer Größe, die repräsentativ ist für die Leistungsabgabe des Brennraums, die aus der Testeinspritzung **106** resultiert, wird mit der Leistungsabgabe, die aus den Teileinspritzungen **105** aus Voreinspritzungen **103** und Haupteinspritzung **104** resultiert, verglichen. Ist die Leistungsabgabe beziehungsweise sind die Werte der Größe gleich, kann ein Fehler beziehungsweise eine Abweichung aufgrund von nicht stattfindenden Voreinspritzungen **103** ausgeschlossen werden. Sind die jeweils resultierenden Leistungsabgabe der Einspritzung **100** und der Testeinspritzung **106** gleich, finden die Vorein-

spritzungen **103** tatsächlich so statt, wie es den Sollvorgaben entspricht.

[0028] Die Leistungsabgabe wird beispielsweise über das resultierende Drehmoment der Einspritzung ermittelt. Dazu wird beispielsweise eine Größe untersucht, durch die sich auf das resultierende Drehmoment schließen lässt. Beispielsweise wird die Bewegung der Kurbelwelle, ein Drehzahlgradient und/oder eine Zahnzeit eines Taktgebers berücksichtigt. Weitere Möglichkeiten, über die die Leistungsabgabe der Brennräume beziehungsweise das resultierende Drehmoment ermittelbar sind, sind möglich.

[0029] Fig. 4 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß Ausführungsformen.

[0030] In Schritt 201 wird das Verfahren gestartet. Insbesondere wird das Verfahren nur in einem vorgegebenen Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine gestartet. Beispielsweise wird das Verfahren gestartet, wenn die Brennkraftmaschinen eine niedrige Drehzahl unterhalb einer vorgegebenen Drehzahl aufweist. Beispielsweise wird das Verfahren im Leerlauf der Brennkraftmaschine durchgeführt.

[0031] In Schritt 202 werden die Korrekturwerte, die auf die Einspritzung der jeweiligen Injektoren angewendet werden, in Abhängigkeit der Einspritzmuster untersucht. Die Einspritzmuster beinhalten jeweils eine Folge von Teileinspritzungen **101** und **102** (vergleiche Fig. 1). Die Anzahl und Länge der Teileinspritzungen 101 und 102 ist dabei von Einspritzmuster zu Einspritzmuster verschieden.

[0032] In Schritt 203 wird ermittelt, ob bei unterschiedlichen Einspritzmustern unterschiedliche Korrekturwerte angewandt werden, wie beispielsweise in Zusammenhang mit Fig. 2 erläutert.

[0033] Falls keine unterschiedlichen Korrekturwerte angewendet werden, wird zu Schritt 207 gesprungen.

[0034] Falls festgestellt wird, dass bei unterschiedlichen Einspritzmustern unterschiedliche Korrekturwerte angewendet werden, wird im Schritt 204 eine Testeinspritzung wie beispielsweise in Fig. 3 geschildert, durchgeführt. Insbesondere wird die Testeinspritzung **106** bei dem Brennraum durchgeführt, der die größte Korrektur benötigt. Die Leistungsabgabe der Testeinspritzung **106** wird mit der Leistungsabgabe einer normalen Einspritzung **100** verglichen.

[0035] In Schritt 205 wird ermittelt, ob die Leistungsabgabe der Testeinspritzung **106** der Leistungsabgabe der unkorrigierten Einspritzung **100** entspricht. Beispielsweise werden aus der Leistungsabgabe resultierende Korrekturwerte verglichen. Wenn der Korrekturwert, der aus der Leistungsabgabe der Testeinspritzung **106** resultiert kleiner ist, als der Korrektur-

wert für die unkorrigierte Einspritzung **100**, ist die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge bei der Testeinspritzung **106** größer als bei den unkorrigierten Teileinspritzungen **105**.

[0036] Entspricht die Leistungsabgabe der Testeinspritzung **106** der Leistungsabgabe der Einspritzung **100** werden in Schritt 207 weitere Test veranlasst. Beispielsweise wird die Verdichtung in den Brennräumen überprüft.

[0037] Ist die Leistungsabgabe der Testeinspritzung **106** größer als die Leistungsabgabe der Teileinspritzungen **105** wird in Schritt 206 auf ein Fehlen mindestens einer der Voreinspritzungen **103** geschlossen. Nachfolgend können Korrekturverfahren durchgeführt werden, die insbesondere auf die Voreinspritzungen **103** wirken, wie beispielsweise eine so genannte „mass fuel minimum adaptation“ (MFMA). Alternativ oder zusätzlich wird beispielsweise in der Motorsteuerung ein Fehler in ein Fehlerprotokoll geschrieben.

[0038] Durch den Vergleich der Normaleinspritzung **100** gemäß hinterlegten Kennfeldern mit der Testeinspritzung **106** ist es möglich, einfach Abweichungen der tatsächlich eingespritzten Kraftstoffmenge von einer Soll-Kraftstoffmenge zu ermitteln, insbesondere während eines Betriebs der Brennkraftmaschine mit geringer Last. Es ist einfach und präzise ermittelbar, ob die vorgegebenen Voreinspritzungen **103** auch tatsächlich wie gewünscht durchgeführt wurden. Das Verfahren kann als Diagnoseverfahren eingesetzt werden. Somit können beispielsweise ausgetauschte Injektoren oder Injektoren mit einer fehlerhaften Anfangskalibrierung erkannt werden und korrekt angesteuert werden. Somit wird eine hohe Laufzeit der Brennkraftmaschine ermöglicht. Zudem ist es möglich, eine geringe Schadstoffemission zu realisieren.

Bezugszeichenliste

100	Einspritzung
101, 102	Teileinspritzung
103	Voreinspritzung
104	Haupteinspritzung
105	Mehrzahl von Teileinspritzungen
106	Testeinspritzung
201 - 207	Verfahrensschritte

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Mehrzahl von Brennräumen und jeweils zugeordneten Injektoren, umfassend:

- Ermitteln eines ersten Werts einer Größe bei einer Einspritzung (100) eines Injektors der Injektoren in den zugeordneten Brennraum, wobei die Größe repräsentativ ist für die Leistungsabgabe des Brennraums und die Einspritzung (100) mindestens zwei Soll-Teileinspritzungen (101) aufweist,
- Ermitteln eines zweiten Werts der Größe bei einer Testeinspritzung (106) des Injektors, die nur eine einzige Teileinspritzung (101) aufweist,
- Vergleichen der beiden ermittelten Werte, und, wenn der erste und der zweite Wert gleich sind oder maximal eine vorgegebene Abweichung voneinander aufweisen:
- Ermitteln, dass bei der Einspritzung (100) mindestens zwei Teileinspritzungen (101) stattgefunden haben.

2. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend:

- Vorgeben einer einzuspritzenden Kraftstoffmenge für die Testeinspritzung (106), die einer Soll-Kraftstoffmenge der mindestens zwei Soll-Teileinspritzungen (101) entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die Einspritzung (100) mindestens eine weitere Teileinspritzung (102) aufweist, wobei die Leistungsabgabe unabhängig von der mindestens einen weiteren Teileinspritzung (102) ist, umfassend:

- Vorgeben der Kraftstoffmenge für die Testeinspritzung (106) unabhängig von der mindestens einen weiteren Teileinspritzung (102) .

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem mindestens eine der Teileinspritzungen (101) eine Voreinspritzung (103) ist und eine Teileinspritzung (101) eine Haupteinspritzung (104) ist, die nach der Voreinspritzung (103) eingespritzt wird und die eine größere Soll-Kraftstoffmenge aufweist als die Voreinspritzung (103), umfassend:

- wenn der erste und der zweite Wert gleich sind oder maximal die vorgegebene Abweichung voneinander aufweisen:
- Ermitteln, dass bei der Einspritzung (100) die mindestens eine Voreinspritzung (103) stattgefunden hat.

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

- Ermitteln eines Werts einer Drehzahl der Brennkraftmaschine und, nur wenn der ermittelte Wert kleiner als ein vorgegebener Wert für die Drehzahl ist:
- Ermitteln des ersten und des zweiten Werts der Größe,
- Vergleichen der beiden ermittelten Werte, und, wenn der erste und der zweite Wert gleich sind oder maximal die vorgegebene Abweichung voneinander aufweisen:
- Ermitteln, dass bei der Einspritzung (100) mindestens zwei Teileinspritzungen (101) stattgefunden haben.

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

- Ermitteln des ersten Werts der Größe für jeden Injektor der Injektoren,
- Ermitteln des Injektors, bei dem der ermittelte erste Wert die größte Abweichung von einem vorgegebenen Sollwert aufweist,
- Verwenden des ersten Werts, der die größte Abweichung von dem vorgegebenen Sollwert aufweist zum Vergleich mit dem zweiten Wert.

7. Vorrichtung, die dazu ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

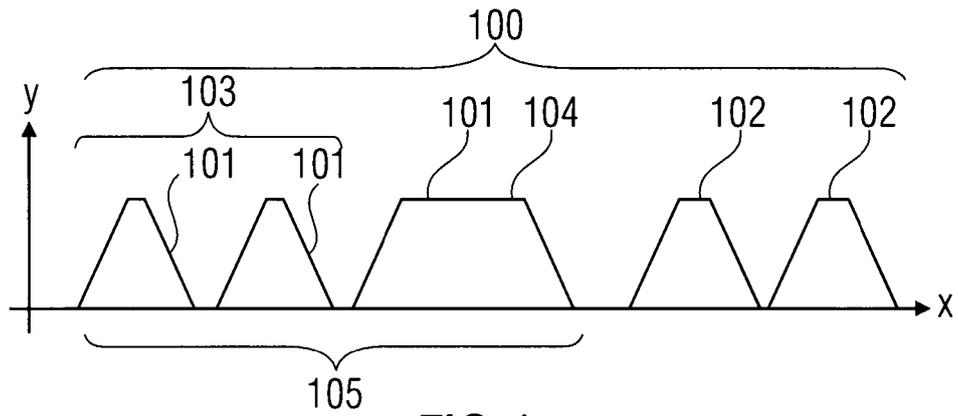


FIG 1

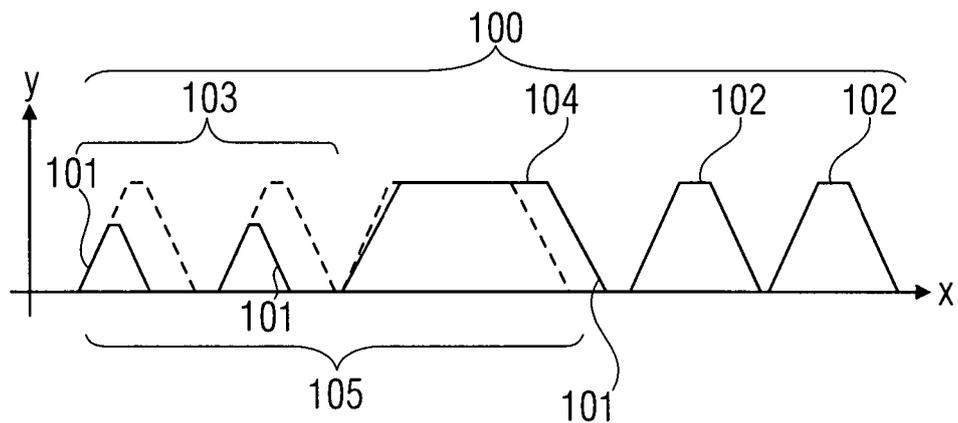


FIG 2

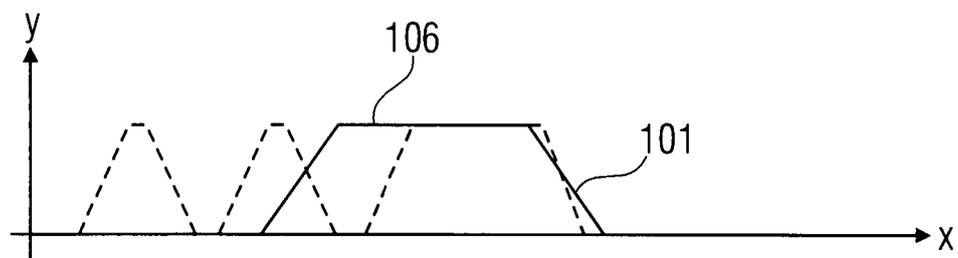


FIG 3

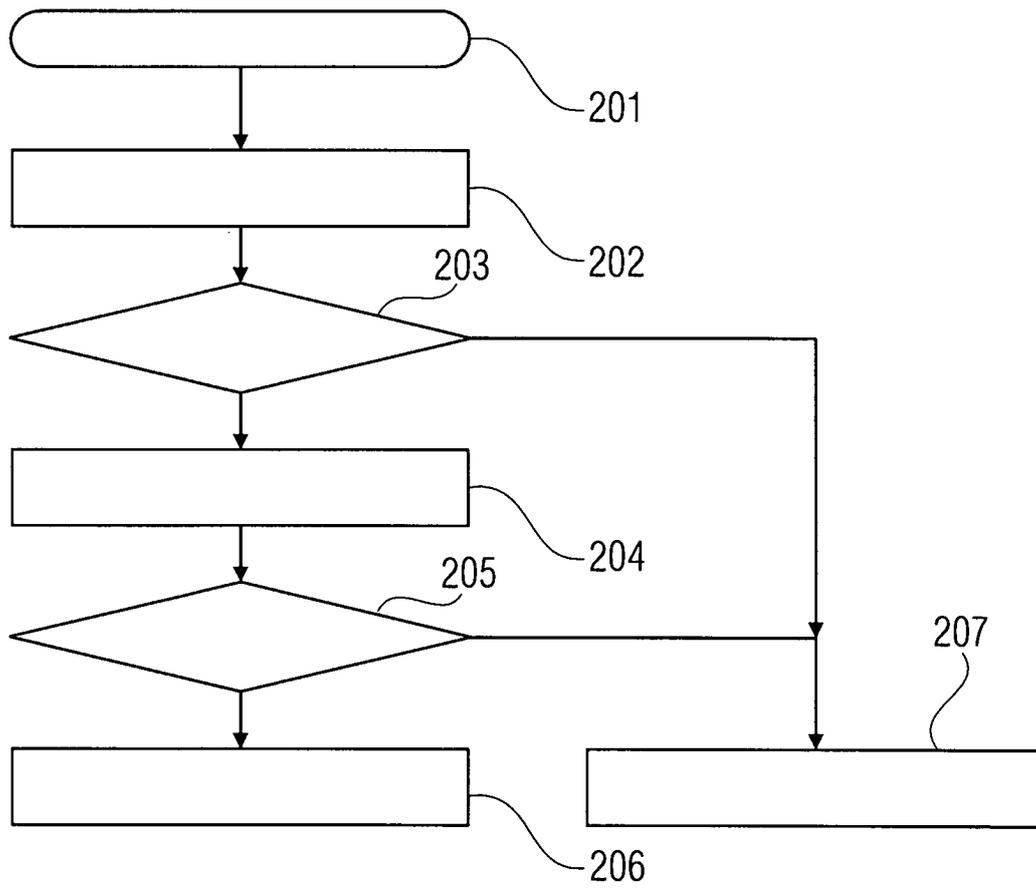


FIG 4