



(10) **DE 10 2016 204 539 A1** 2017.09.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 204 539.3**

(22) Anmeldetag: **18.03.2016**

(43) Offenlegungstag: **21.09.2017**

(51) Int Cl.: **F02D 41/18 (2006.01)**

F02D 21/08 (2006.01)

(71) Anmelder:
**VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT, 38440
Wolfsburg, DE**

(72) Erfinder:
**Millich, Elmar, Dr., 10999 Berlin, DE; Petersen,
Lars, 38536 Meinersen, DE; Kleinhans, René, Dr.,
29399 Wahrenholz, DE; Shurkewitsch, Andre,
19348 Perleberg, DE; Tempel, Jean-Sebastian, Dr.,
38106 Braunschweig, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

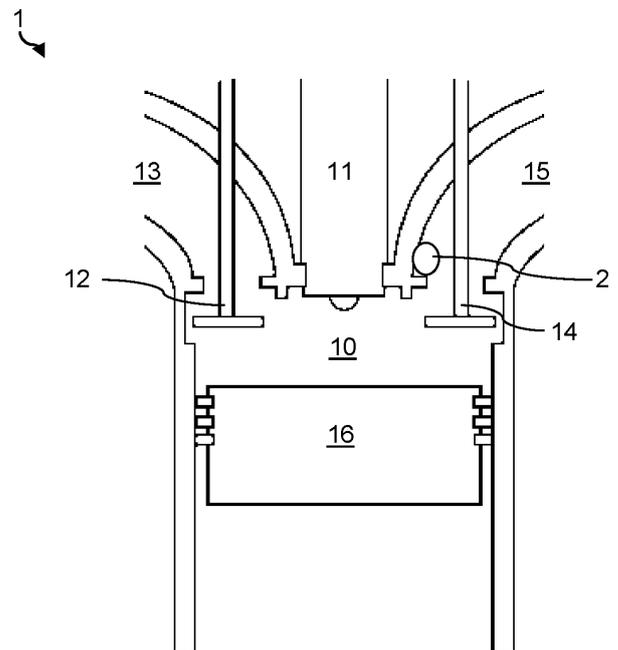
DE	102 13 138	A1
DE	10 2005 055 952	A1
US	8 977 470	B2
US	2014 / 0 020 656	A1
US	2015 / 0 136 080	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Steuervorrichtung zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder (1) einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der Zylinder (1) über ein Einlassventil (12) mit einer Luftzuführung (13) und über ein Auslassventil (14) mit einer Abgasführung (15) verbunden ist. Das Verfahren umfasst das Erhalten (31) eines Abgasgegendrucks zu einem vorgegebenen Zeitpunkt während eines Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine, zu dem das Auslassventil (14) geöffnet ist, und das Berechnen (32) der Menge der Füllungskomponente zu dem vorgegebenen Zeitpunkt auf Grundlage des erhaltenen Abgasgegendrucks. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Steuervorrichtung zum Ausführen des Verfahrens und ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Steuervorrichtung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Steuervorrichtung zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere zum Bestimmen einer Restgasmenge in einem Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine eines Kraftfahrzeugs. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Steuervorrichtung.

[0002] Beim Betrieb von Ottomotoren spielt eine möglichst genaue Erfassung der aktuellen Zylinderluftfüllung eine zentrale Rolle, um die Kraftstoffmasse per Einspritzung möglichst exakt im stöchiometrischen Verhältnis abzusetzen, dass ein Lambdawert den Wert eins annimmt, und somit die Schadstoffemissionen zu minimieren. Bei Dieselmotoren ist eine genaue Bestimmung der Zylinderfüllung aufgrund der Abgasgesetzgebung ebenso von zunehmender Bedeutung. Im Motorsteuergerät wird daher die Zylinderluftfüllung in der Regel aus einem gemessenen oder modellierten Saugrohrdruck, einem gemessenen oder modellierten Abgasgegendruck und Modellen für den Restgasanteil im Zylinder berechnet. Des Weiteren gehen in die Berechnung der Zylinderluftfüllung die aktuellen Positionen füllungsbeeinflussender Aktuatoren, beispielsweise die Positionen der Einlass- und Auslassnockenwellen, der Ladungsbewegungsklappen, der Ventilhubes und andere Positionen, sowie Ansaugluft- und Abgastemperaturen ein. Ein weiterer wichtiger Parameter in der Berechnung der aktuellen Zylinderfüllung ist der Abgasgegendruck direkt nach den Auslassventilen, da dieser einen maßgeblichen Einfluss auf die Restgasrate im Brennraum hat. Dabei wird bei sensorbasierten Verfahren typischerweise der über ein Arbeitsspielsegment gemittelte Abgasgegendruck betrachtet.

[0003] Wird ein aufgeladener Ottomotor in Betriebspunkten mit Nockenwellenüberschneidung betrieben, so ist der Abgasgegendruck starken kurbelwinkelabhängigen Schwankungen unterworfen. Insbesondere bei niedrigen bis mittleren Drehzahlen kann die Verwendung des gemittelten Abgasgegendrucks zu fehlerhaften Berechnungen der Zylinderluftfüllung führen. Parametrisierte Modelle für den Zusammenhang zwischen Zylinderluftfüllung und gemitteltem Abgasgegendruck zeigen in einigen Betriebsbereichen ein extrem nichtlineares Verhalten, welches vor allem auch in Hinblick auf Sensortoleranzen zu erheblichen Ungenauigkeiten führen kann.

[0004] Die DE 10 2006 032 366 A1 beschreibt ein Verfahren zum Bestimmen einer Frischluftmasse in einem Zylinder auf Grundlage einer Abgasmenge, wobei die Abgasmenge aus einem Verhältnis eines Abgasdrucks vor und nach einer Blende, die in einem Abgaskanal hinter einem Auslassventil des Zylinders angeordnet ist, bestimmt wird. Aus der Ab-

gasmenge wird dann die Frischluftmasse bestimmt. Die Genauigkeit der Bestimmung der Frischluftmasse kann in Betriebspunkten mit Nockenwellenüberschneidung wiederum beeinträchtigt sein.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Steuervorrichtung zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine bereitzustellen, die die oben genannten Nachteile wenigstens teilweise überwinden.

[0006] Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder nach Anspruch 1 und die erfindungsgemäße Steuervorrichtung zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder nach Anspruch 8 gelöst.

[0007] Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der Zylinder über ein Einlassventil mit einer Luftzuführung und über ein Auslassventil mit einer Abgasführung verbunden ist, umfassend:

Erhalten eines Abgasgegendrucks zu einem vorgegebenen Zeitpunkt während eines Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine, zu dem das Auslassventil geöffnet ist; und Berechnen der Menge der Füllungskomponente zu dem vorgegebenen Zeitpunkt auf Grundlage des erhaltenen Abgasgegendrucks.

[0008] Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Steuervorrichtung zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine, wobei die Steuervorrichtung dazu ausgelegt ist, ein Verfahren zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder nach dem ersten Aspekt auszuführen.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung.

[0010] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente, beispielsweise einer Restgasmenge, in einem Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einer Verbrennungskraftmaschine eines Kraftfahrzeugs. Die Verbrennungskraftmaschine ist derart ausgebildet, dass der Zylinder über ein Einlassventil mit einer Luftzuführung, insbesondere einem Saugrohr, und über ein Auslassventil mit einer Abgasführung, insbesondere einem Abgaskrümmern, verbunden ist. Die Verbrennungskraftmaschine kann ein Ottomotor oder ein Dieselmotor sein.

[0011] Gemäß dem Verfahren wird ein Abgasgegendruck zu einem vorgegebenen Zeitpunkt während eines Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine, zu dem das Auslassventil, insbesondere teilweise oder vollständig, geöffnet ist, empfangen und auf Grundlage des erhaltenen Abgasgegendrucks die Menge der Füllungskomponente zu dem vorgegebenen Zeitpunkt berechnet. Der Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt kann in der Abgasführung vorzugsweise benachbart zu dem Auslassventil von einem Abgasgegendrucksensor gemessen sein oder beispielsweise auf Grundlage mehrerer Messwerte, die während des Arbeitsspiels gemessen sind, berechnet sein.

[0012] Mit dem beschriebenen Verfahren lässt sich eine Menge der Füllungskomponente und damit die Zylinderfüllung insgesamt sehr exakt bestimmen.

[0013] Das Arbeitsspiel (auch als Arbeitszyklus bezeichnet) kann die Schritte Ansaugen, Verdichten, Arbeiten, Ausstoßen umfassen. Ein Arbeitsspiel der Verbrennungskraftmaschine erstreckt sich bei einem Viertaktmotor beispielsweise über zwei Kurbelwellenumdrehungen.

[0014] In manchen Ausführungsbeispielen kann der vorgegebene Zeitpunkt während des Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine ein Zeitpunkt sein, zu dem das Einlassventil geöffnet ist. Der vorgegebene Zeitpunkt kann somit ein Zeitpunkt während einer Ventilüberschneidung (auch als Nockenwellenüberschneidung bezeichnet) sein. Während der Ventilüberschneidung ist vorzugsweise sowohl das Einlassventil als auch das Auslassventil geöffnet. Eine Ventilüberschneidung kann beispielsweise während des Ausstoßens und/oder des Ansaugens vorgesehen sein.

[0015] Zu dem vorgegebenen Zeitpunkt, zu dem das Einlassventil geöffnet ist, kann das Einlassventil teilweise oder vollständig geöffnet sein. Vorzugsweise kann ein Ventilhub des Einlassventils zu dem vorgegebenen Zeitpunkt 0,1mm oder mehr betragen, insbesondere im Bereich von 0,2mm bis 0,5mm liegen oder größer sein.

[0016] Der vorgegebene Zeitpunkt kann beispielsweise der Zeitpunkt sein, zu dem der Ventilhub des Einlassventils zwischen 0,2mm und 0,5mm liegt und das Auslassventil zumindest teilweise geöffnet ist. Alternativ kann das Einlassventil zumindest teilweise geöffnet sein und ein Ventilhub des Auslassventils zwischen 0,2mm und 0,5mm liegen. Weiter alternativ kann der vorgegebene Zeitpunkt zwischen einem Zeitpunkt, zu dem das Einlassventil öffnet, und einem Zeitpunkt, zu dem das Auslassventil schließt, liegen, insbesondere mittig zwischen diesen beiden Zeitpunkten liegen.

[0017] Der Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt kann gemessen sein oder auf Grundlage von Messdaten berechnet sein. Die Messdaten können zu verschiedenen Zeitpunkten während des einen Arbeitsspiels gemessen sein, zu denen sowohl das Einlassventil als auch das Auslassventil zumindest teilweise geöffnet sein können, und der Abgasgegendruck kann beispielsweise durch Bildung eines Mittelwerts berechnet sein.

[0018] Da der Abgasgegendruck während der Ventilüberschneidung entscheidend ist für die Zylinderluftfüllung des Zylinders sowie die Menge der Füllungskomponente und nicht die gemittelten Druckverläufe, ermöglicht das beschriebene Verfahren eine sehr exakte Berechnung der Zylinderluftfüllung bei Betriebspunkten mit hoher Nockenwellenüberschneidung und bei hohen Abgasgegendrücken. Aber auch für andere Betriebspunkte, die eine geringere oder sogar keine Nockenwellenüberschneidung zeigen, ist eine sehr exakte Berechnung der Zylinderluftfüllung sowie der Restgasmasse möglich.

[0019] In manchen Ausführungsbeispielen kann die Menge der Füllungskomponente eine Restgasmenge, insbesondere eine Restgasmasse, eine Frischluftmenge, insbesondere eine Frischluftmasse, und/oder eine Spülluftmenge, insbesondere eine Spülluftmasse, umfassen. Die Restgasmenge ist vorzugsweise eine Menge an Abgas, die während des Ausstoßens in dem Zylinder verbleibt. Die Frischluftmenge ist vorzugsweise eine Menge an Frischluft, die während des Ansaugens in den Zylinder gelangt und in diesem verbleibt. Die Spülluftmenge ist vorzugsweise eine Menge an Frischluft, die während des Ansaugens während der Ventilüberschneidung in den Zylinder gelangt und diesen über das Auslassventil wieder verlässt.

[0020] Da der Abgasgegendruck während der Ventilüberschneidung insbesondere das Ausmaß einer Restgasüberströmung oder Restgasausspülung beeinflusst, kann mit dem beschriebenen Verfahren die Restgasmenge, insbesondere die Restgasmasse, besonders genau festgestellt werden.

[0021] In manchen Ausführungsbeispielen kann zwischen dem Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt und der Menge der Füllungskomponente ein vorgegebener Zusammenhang bestehen. Dieser kann über einen vorgegebenen Abgasgegendruckbereich im Wesentlichen konstant oder zumindest eindeutig definiert sein.

[0022] Die Ausnutzung des Zusammenhangs zwischen der Menge der Füllungskomponente, insbesondere der Restgasmenge, und dem Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt, insbesondere zu dem Zeitpunkt, zu dem das Auslassventil und das Einlassventil geöffnet sind, macht das beschriebene

Verfahren robust gegen systematische und stochastische Fehler in einer Messwerterfassung eines Abgasgegendrucksensors. Der feste vorgegebene Zusammenhang zwischen der Menge der Füllungskomponente, insbesondere der Restgasmenge, und dem Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt, insbesondere zu dem Zeitpunkt, zu dem das Auslassventil und das Einlassventil geöffnet sind, reduziert zudem bei der Berechnung der Luftmasse in einem Motorsteuergerät Rechenaufwand und Speicherbedarf.

[0023] Beim Bestimmen der Füllungskomponente kann weiterhin ein Saugrohrdruck berücksichtigt werden. Der Saugrohrdruck kann in der Luftzuführung, vorzugsweise benachbart zu dem Einlassventil, von einem Drucksensor gemessen sein. Beispielsweise kann ein Verhältnis zwischen dem Saugrohrdruck und dem Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt, insbesondere während der Ventilüberschneidung, bestimmt werden. Auf Grundlage dieses Verhältnisses zwischen dem Saugrohrdruck und dem Abgasgegendruck kann dann die Menge der Füllungskomponente berechnet werden.

[0024] Da das Verhältnis zwischen dem Saugrohrdruck und dem Abgasgegendruck während der Ventilüberschneidung entscheidend ist für das Ausmaß der Restgasüberströmung oder Restgasausspülung, kann die Menge der Füllungskomponente mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sehr genau bestimmt werden.

[0025] In manchen Ausführungsbeispielen kann die Menge der Füllungskomponente zusätzlich zu dem Abgasgegendruck und gegebenenfalls dem Saugrohrdruck ferner von einem oder mehreren Zustandsparametern der Verbrennungskraftmaschine abhängig sein. Die Zustandsparameter können eine Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine, eine Position eines oder mehrerer Ventiltriebsteiler, beispielsweise eine Einlassnockenwellenphase, eine Auslassnockenwellenphase oder eine andere Position, und/oder eine oder mehrere Temperaturen, beispielsweise eine Ansauglufttemperatur, eine Motortemperatur oder eine Abgastemperatur, umfassen. Durch die Berücksichtigung des einen oder mehrerer Zustandsparameter lässt sich die Genauigkeit der Bestimmung der Menge der Füllungskomponente weiter verbessern.

[0026] In manchen Ausführungsbeispielen kann die Menge der Füllungskomponente von einem oder mehreren Konstruktionsparametern der Verbrennungskraftmaschine, zu Beispiel von einem Volumen des Zylinders der Verbrennungskraftmaschine, abhängig sein. Dadurch lässt sich die Genauigkeit der Bestimmung der Menge der Füllungskomponente weiter verbessern.

[0027] In manchen Ausführungsbeispielen kann das erfindungsgemäße Verfahren weiterhin das Empfangen eines Sensorsignal mit einer hohen zeitlichen Abtastrate von einem hochauflösenden Abgasgegendrucksensor umfassen, wobei das Sensorsignal den Abgasgegendruck repräsentiert. Die Abtastrate kann im Bereich von 0,5 kHz bis 3000 kHz, insbesondere im Bereich von 1 kHz bis 1000 kHz, liegen. Der Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt kann dann aus dem Sensorsignal extrahiert werden.

[0028] Durch die Verwendung des Abgasgegendrucksensors in Verbindung mit einer hohen zeitlichen Abtastrate des Sensors kann der momentane Abgasgegendruck zu verschiedenen Zeitpunkten während eines Arbeitsspiels erfasst werden. Auf diese Weise kann unter anderem der Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt, beispielsweise zu dem Zeitpunkt, zu dem das Auslassventil und das Einlassventil geöffnet sind, bestimmt werden. Mithilfe dieses Messwertes kann bei Kenntnis des entsprechenden Zylindervolumens und der Abgastemperatur die Restgasmenge errechnet werden.

[0029] Das oben beschriebene Verfahren ermöglicht eine sehr exakte Bestimmung der Zylinderluftfüllung bzw. der Menge der Füllungskomponente, insbesondere bei Betriebspunkten mit hoher Nockenwellenüberschneidung und bei hohen Abgasgegendrücken. Die Ausnutzung des vorgegebenen Zusammenhangs zwischen der Menge der Füllungskomponente, beispielsweise einer Zylinderluftmasse, und dem Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt, insbesondere zu dem Zeitpunkt, zu dem das Einlassventil geöffnet ist, macht dieses Verfahren zudem robust gegen systematische und stochastische Fehler in der Messwerterfassung des Abgasgegendrucksensors. Der feste vorgegebene Zusammenhang zwischen Zylinderluftmasse und Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt reduziert zudem bei der Berechnung der Zylinderluftmasse im Motorsteuergerät Rechenaufwand und Speicherbedarf.

[0030] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Steuervorrichtung zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der Zylinder über ein Einlassventil mit einer Luftzuführung und über ein Auslassventil mit einer Abgasführung verbunden ist. Die Steuervorrichtung ist dazu ausgelegt, einen Abgasgegendruck zu einem vorgegebenen Zeitpunkt während eines Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine, zu dem das Auslassventil geöffnet ist, zu empfangen und auf Grundlage des erhaltenen Abgasgegendrucks die Menge der Füllungskomponente zu dem vorgegebenen Zeitpunkt zu berechnen. Die Steuervorrichtung ist insbesondere dazu ausgelegt, ein Verfahren zum Bestimmen einer Menge einer Fül-

lungskomponente in einem Zylinder, wie es voranstehend beschrieben ist, auszuführen.

[0031] Die Steuervorrichtung kann einen Prozessor, beispielsweise einen Mikroprozessor, aufweisen, der dazu ausgebildet ist, das beschriebene Verfahren zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder auszuführen. Die Steuervorrichtung kann weiterhin einen Datenspeicher aufweisen, in dem vorzugsweise ein Programm hinterlegt ist, das Anweisungen für den Prozessor enthält, um diesen entsprechend dem beschriebenen Verfahren zu steuern. In dem Datenspeicher können zudem der vorgegebene Zusammenhang und/oder vorgegebene Parameter zum Durchführen des beschriebenen Verfahrens, beispielsweise das Zylindervolumen, hinterlegt sein.

[0032] Die Steuervorrichtung kann eine Reihe von Signaleingängen und Signalausgängen aufweisen. Über die Signaleingänge können beispielsweise der Abgasgegendruck, der Saugrohrdruck, die Zustandsparameter der Verbrennungskraftmaschine und/oder andere Signale empfangen werden. Über die Signalausgänge kann insbesondere die Menge der Füllungskomponente ausgegeben werden.

[0033] Die Steuervorrichtung kann in eine Motorsteuerung des Kraftfahrzeugs integriert sein. Alternativ kann die Steuervorrichtung als eine separate Einheit ausgebildet sein.

[0034] In manchen Ausführungsbeispielen kann die Steuervorrichtung einen Abgasgegendrucksensor umfassen oder mit einem Abgasgegendrucksensor, beispielsweise über einen der Signaleingänge, verbindbar sein. Der Abgasgegendrucksensor kann dabei dazu ausgebildet sein, ein Sensorsignal mit einer hohen zeitlichen Abtastrate, das den Abgasgegendruck repräsentiert, auszugeben. Die Steuervorrichtung wiederum kann dazu ausgelegt sein, den Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt aus dem Sensorsignal zu extrahieren.

[0035] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Kraftfahrzeug mit einer Verbrennungskraftmaschine und einer Steuervorrichtung zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder der Verbrennungskraftmaschine, wie sie voranstehend beschrieben wurde. Die Verbrennungskraftmaschine weist einen Zylinder, ein Einlassventil, über das der Zylinder mit einer Luftzuführung verbunden ist, und ein Auslassventil, über das der Zylinder mit einer Abgasführung verbunden ist, auf. Die Verbrennungskraftmaschine kann ein Ottomotor sein, der vorzugsweise so gesteuert ist, dass eine Ventilüberschneidung, insbesondere eine hohe Ventilüberschneidung, auftritt. Die Verbrennungskraftmaschine kann ein Dieselmotor sein, der vorzugsweise mit ei-

ner erweiterter Variabilität im Ventiltrieb betreibbar ist und/oder eine interne Abgaskrückführung nutzt.

[0036] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun beispielhaft und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

[0037] Fig. 1 schematisch ein Ausführungsbeispiel einer Verbrennungskraftmaschine;

[0038] Fig. 2 einen Ausschnitt eines Arbeitszyklus der Verbrennungskraftmaschine; und

[0039] Fig. 3 ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder der Verbrennungskraftmaschine aus Fig. 1.

[0040] Ein Ausführungsbeispiel eines Zylinders **1** einer Verbrennungskraftmaschine ist in Fig. 1 schematisch dargestellt. Der Zylinder **1** hat einen Brennraum **10**, in dem die Verbrennung von Kraftstoff stattfindet, der über ein Einspritzventil **11** eingespritzt wird. Der Zylinder **1** ist über ein Einlassventil **12** mit einem Saugrohr **13** gekoppelt, aus dem durch das Einlassventil **12** Frischluft in den Brennraum **10** gelangt. Außerdem ist der Zylinder **1** über ein Auslassventil **14** mit einem Abgaskrümmter **15** gekoppelt, durch das Abgas bzw. Restgas aus dem Brennraum **10** in den Abgaskrümmter **15** geleitet wird. Ferner ist ein Zylinderkolben **16** vorhanden, der von einer Pleuellwelle (nicht dargestellt) angetrieben wird. In dem Abgaskrümmter **15** direkt hinter dem Auslassventil **14** ist ein Abgasgegendrucksensor **2** angeordnet, der dazu ausgebildet ist, einen Abgasgegendruck mit hoher zeitlicher Abtastrate zu detektieren.

[0041] In der Fig. 1 ist der Zylinder **1** zu einem Zeitpunkt, in dem das Einlassventil **12** und das Auslassventil **14** geöffnet sind und eine Ventilüberschneidung vorliegt, dargestellt.

[0042] Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt eines Arbeitszyklus der Verbrennungskraftmaschine, der einen Öffnungszeitpunkt ÖE und einen Schließzeitpunkt SE des Einlassventils **12** und einen Schließzeitpunkt SA des Auslassventils **14** während des Ansaugens verdeutlicht. Der Arbeitszyklus der Verbrennungskraftmaschine umfasst das Ansaugen von Frischluft in den Zylinder, das Verdichten der Zylinderfüllung in dem Zylinder, das Arbeiten bzw. das Verbrennen von Kraftstoff und das Ausstoßen des Abgases bzw. Restgases aus dem Zylinder.

[0043] In Fig. 2 ist ein Kreissektor gezeigt, auf dem ein oberer Totpunkt OT, an dem sich der Kolben **16** der Verbrennungskraftmaschine in einer Position befindet, in der das Zylindervolumen minimal ist, und ein unterer Totpunkt UT, an dem sich der Kolben der Ver-

brennungskraftmaschine in einer Position befindet, in der das Zylindervolumen maximal ist, angedeutet ist.

[0044] In einem Bereich zwischen dem oberen Totpunkt OT und dem unteren Totpunkt UT entlang der rechten Kreishälfte erfolgt das Ansaugen. Wie in **Fig. 2** links vom oberen Totpunkt OT gezeigt, wird das Einlassventil der Verbrennungskraftmaschine zu einem Öffnungszeitpunkt ÖE geöffnet, bevor der Kolben den oberen Totpunkt erreicht. Kurz nachdem der Kolben **16** den oberen Totpunkt OT durchlaufen hat, liegt ein Schließzeitpunkt SA des Auslassventils **14**. Kurz bevor der Kolben den unteren Totpunkt UT erreicht, schließt auch das Einlassventil **12**, was als Schließzeitpunkt SE in **Fig. 3** gezeigt ist.

[0045] Der Abgasgegendrucksensor **2** ist mit einer Motorsteuerung (nicht dargestellt) verbunden, die dazu ausgebildet ist, ein Verfahren zum Bestimmen einer Restgasmasse in dem Zylinder, wie es mit Bezug auf **Fig. 3** weiter unten beschrieben wird, auszuführen. Auf Grundlage der bestimmten Restgasmasse kann die Motorsteuerung dann das Einspritzventil **11** steuern.

[0046] **Fig. 3** zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Bestimmen einer Restgasmasse in dem Zylinder **1** aus **Fig. 1**.

[0047] Bei **30** wird von dem hochauflösenden Abgasgegendrucksensor ein Sensorsignal empfangen, das den Abgasgegendruck repräsentiert. Der Abgasgegendrucksensor ist dazu ausgebildet, den Abgasgegendruck mit einer hohen zeitlichen Abtastrate zu messen. Das Sensorsignal stellt somit für eine Vielzahl an Zeitpunkten des Arbeitszyklus der Verbrennungskraftmaschine Werte für den Abgasgegendruck zur Verfügung.

[0048] Bei **31** wird zu einem vorgegebenen Zeitpunkt während eines Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine im Bereich von dem Öffnungszeitpunkt des Einlassventils bis zu dem Schließzeitpunkt des Auslassventils aus dem Sensorsignal ein Abgasgegendruck extrahiert. Der vorgegebene Zeitpunkt ist ein Zeitpunkt, zu dem das Einlassventil und das Auslassventil zumindest teilweise geöffnet sind.

[0049] Bei **32** wird auf Grundlage des erhaltenen Abgasgegendrucks zu dem vorgegebenen Zeitpunkt eine Restgasmasse berechnet. Die Berechnung erfolgt mit Hilfe eines festen vorgegebenen Zusammenhangs zwischen der Restgasmasse und dem Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt. Damit lässt sich insgesamt die Zylinderfüllung sehr exakt bestimmen.

Bezugszeichenliste

1	Zylinder einer Verbrennungskraftmaschine
10	Brennraum
11	Einspritzventil
12	Einlassventil
13	Saugrohr
14	Auslassventil
15	Abgaskrümmmer
16	Zylinderkolben
2	Abgasgegendrucksensor
3	Verfahren zum Bestimmen einer Restgasmasse in dem Zylinder
30	Empfangen eines Sensorsignals von dem Abgasgegendrucksensor
31	Erhalten eines Abgasgegendrucks zu dem vorgegebenen Zeitpunkt
32	Berechnen der Restgasmasse aus dem Abgasgegendruck
OT	oberer Totpunkt
UT	unterer Totpunkt
ÖE	Öffnungszeitpunkt des Einlassventils
SE	Schließzeitpunkt des Einlassventils
SA	Schließzeitpunkt des Auslassventils

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102006032366 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder (1) einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der Zylinder (1) über ein Einlassventil (12) mit einer Luftzuführung (13) und über ein Auslassventil (14) mit einer Abgasführung (15) verbunden ist, umfassend:

Erhalten (31) eines Abgasgegendrucks zu einem vorgegebenen Zeitpunkt während eines Arbeitsspiels der Verbrennungskraftmaschine, zu dem das Auslassventil (14) geöffnet ist; und
Berechnen (32) der Menge der Füllungskomponente zu dem vorgegebenen Zeitpunkt auf Grundlage des erhaltenen Abgasgegendrucks.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der vorgegebene Zeitpunkt während des Arbeitsspiels ein Zeitpunkt ist, zu dem das Einlassventil (12) geöffnet ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Menge der Füllungskomponente eine Restgasmenge, eine Frischgasmenge und/oder eine Spülgasmenge umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen dem Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt und der Menge der Füllungskomponente ein vorgegebener Zusammenhang besteht.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Menge der Füllungskomponente ferner von einem Zustandsparameter der Verbrennungskraftmaschine abhängig ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Menge der Füllungskomponente ferner von einem Konstruktionsparameter der Verbrennungskraftmaschine abhängig ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend:

Empfangen eines Sensorsignal mit einer hohen zeitlichen Abtastrate, das den Abgasgegendruck repräsentiert, von einem hochauflösenden Abgasgegendrucksensor (2),
wobei der Abgasgegendruck zu dem vorgegebenen Zeitpunkt aus dem Sensorsignal extrahiert wird.

8. Steuervorrichtung zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder (1) einer Verbrennungskraftmaschine, wobei die Steuervorrichtung dazu ausgelegt ist, ein Verfahren zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in einem Zylinder (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

9. Steuervorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Steuervorrichtung einen Abgasgegendrucksensor (2)

umfasst oder mit einem Abgasgegendrucksensor (2) verbindbar ist, wobei der Abgasgegendrucksensor (2) dazu ausgebildet ist, ein Sensorsignal mit einer hohen zeitlichen Abtastrate auszugeben, das den Abgasgegendruck repräsentiert.

10. Kraftfahrzeug mit einer Verbrennungskraftmaschine, die einen Zylinder (1), ein Einlassventil (12), über das der Zylinder (1) mit einer Luftzuführung (13) verbunden ist, und ein Auslassventil (14), über das der Zylinder (1) mit einer Abgasführung verbunden ist, umfasst, und mit einer Steuervorrichtung (2) zum Bestimmen einer Menge einer Füllungskomponente in dem Zylinder (1) der Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 8 oder 9.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

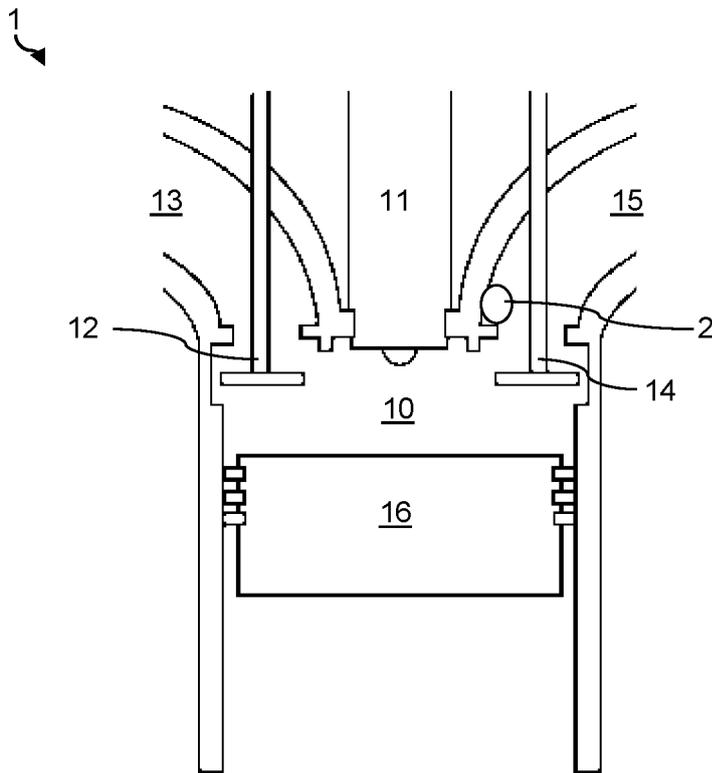


Fig. 1

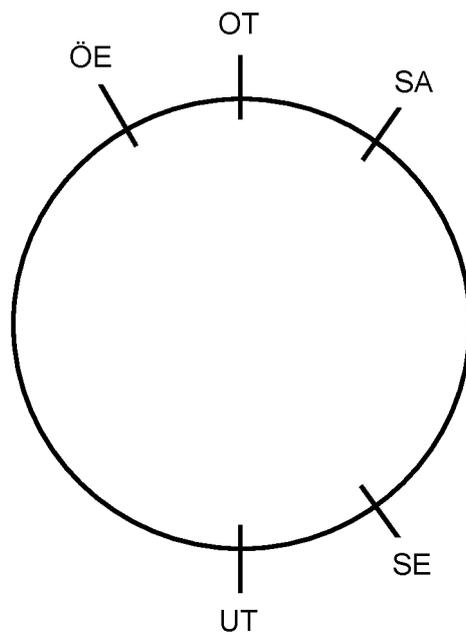


Fig. 2

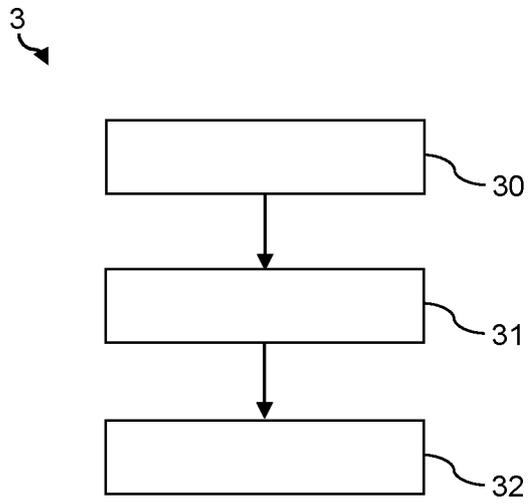


Fig. 3