

(19)



(11)

EP 2 620 625 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.07.2013 Patentblatt 2013/31

(51) Int Cl.:
F02D 41/02 (2006.01) F02D 41/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13000061.5**

(22) Anmeldetag: **08.01.2013**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft
38440 Wolfsburg (DE)**

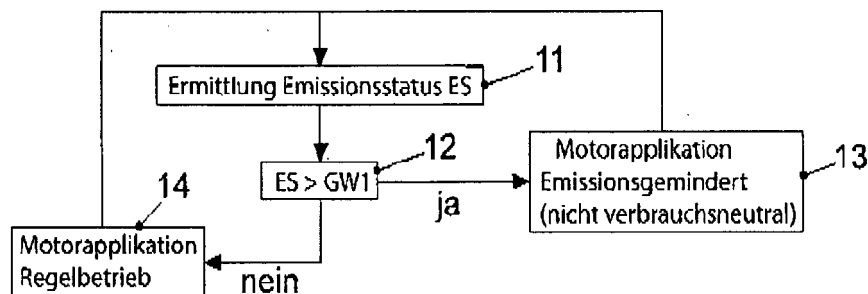
(72) Erfinder: **Pott, Ekkehard
DE - 38518 Gifhorn (DE)**

(30) Priorität: **26.01.2012 DE 102012001477**

(54) Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors (42). Bei dem Verfahren wird ein Emissionsmittelwert (ES) eines Schadstoffs im Abgas des Verbrennungsmotors (42) bestimmt, indem eine Menge des Schadstoffs in dem Abgas

bestimmt wird, während der Verbrennungsmotor (42) eine vorgegebene Kohlendioxidmenge abgibt. Ein Betriebsparameter des Verbrennungsmotors (42) wird in Abhängigkeit von dem Emissionsmittelwert (ES) und einem vorgegebenen Grenzwert (GW1) eingestellt.

**FIG. 1****EP 2 620 625 A2**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors, insbesondere ein Verfahren, um den Verbrennungsmotor unter Einhaltung vorgegebener Emissionsbedingungen Kraftstoff sparend zu betreiben.

[0002] Bei Verbrennungsmotoren, wie zum Beispiel einem Dieselmotor für einen Fahrzeugantrieb, erfolgt die Einstellung von Betriebsparametern derart, dass im gesamten Kennfeld des Verbrennungsmotors, d.h. in allen seinen Betriebsbereichen, ein optimaler Kompromiss zwischen Verbrauch und Emission gefunden wird. Beispielsweise kann bei einem Dieselmotor in weiten Kennfeldbereichen eine Senkung der NO_x-Emission durch Anheben einer Abgasrückführrate erreicht werden, wobei jedoch der spezifische Kraftstoffverbrauch gleichzeitig zunimmt. Diese Erkenntnis wird bei der Einstellung der Betriebsparameter berücksichtigt, indem für jeden Betriebspunkt im Motorkennfeld ein entsprechender Kompromiss festgelegt und eine entsprechende Bedatung im Motorsteuergerät hinterlegt wird. Dabei wird insbesondere berücksichtigt, dass es, bedingt durch gesetzliche Fahrzyklen und fahrerspezifisches Verhalten, Kennfeldbereiche mit höherer und niedriger Aufenthaltswahrscheinlichkeit gibt.

[0003] Die DE10333933 A1 offenbart in diesem Zusammenhang ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine. Emissionen der Brennkraftmaschine werden im Abgas erfasst und abhängig von einem Vergleich der erfassten Emissionen mit einem Soll-Wert wird eine für eine Verbrennung in der Brennkraftmaschine beeinflussende Stellgröße korrigiert. Als Emissionen werden bevorzugt die Stickoxidkonzentration und/oder die Partikelkonzentration im Abgas erfasst.

[0004] Die DE 102009029586 A1 betrifft ein Verfahren und eine Steuervorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine. Bei dem Verfahren wird ein Stickstoffoxid-Emissionswert der Brennkraftmaschine ermittelt und beurteilt, ob der Stickstoffoxid-Emissionswert einen vorgebbaren ersten Schwellenwert überschreitet. Wenn der Stickstoffoxid-Emissionswert den ersten Schwellenwert überschreitet, wird die Brennkraftmaschine von einer ersten Betriebsart auf eine zweite Betriebsart umgeschaltet. In der ersten Betriebsart wird die Brennkraftmaschine mit einem mageren Verbrennungsluftverhältnis betrieben und in der zweiten Betriebsart mit einem im Wesentlichen stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis.

[0005] Die DE 102009026556 A1 betrifft ein Verfahren zur Begrenzung der Stickoxidemissionen eines Verbrennungsmotors, um die Stickoxidemissionen innerhalb zulässiger Grenzen zu halten. Dazu wird der aktuelle Stickoxidgehalt im Abgas überwacht. Wenn eine Abweichung des überwachten Stickoxidgehalts von einem gespeicherten Sollwert um mehr als einen voreingestellten Wert festgestellt wird, wird mindestens ein Grundeinstellpunkt

des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von der Abweichung des überwachten Stickoxidgehalts von dem gespeicherten Sollwert modifiziert.

[0006] Die WO 01/51792 A1 betrifft eine Vorrichtung zur Steuerung einer Abgasrückführrate einer Abgasrückföhreinrichtung für Verbrennungskraftmaschinen während eines Magerbetriebs. Eine Abweichung einer berechneten Schadstoffemission von einer durch einen Schadstoffsensor im Abgasstrang der Verbrennungskraftmaschine gemessenen Schadstoffemission wird ermittelt und in Abhängigkeit von einer Höhe der Abweichung ein Korrekturwert für die Stellgröße eines Stellmittels der Abgasrückföhreinrichtung bestimmt. Als Schadstoffsensor kann ein die NO_x-Emission messender NO_x-Sensor eingesetzt werden.

[0007] Im Fall einer kennfeldweiten ungewichteten Emissionsüberwachung ist die Eingangs beschriebene Kompromisseinstellung in Abhängigkeit von dem Betriebspunkt des Verbrennungsmotors und der durch beispielsweise gesetzliche Fahrzyklen wahrscheinlicheren Kennfeldbereiche nicht mehr möglich. Vielmehr ist unabhängig vom Fahrzyklus das Einhalten von vorgegebenen Emissionsgrenzwerten sicherzustellen. Bei einem fest vorgegebenen Verbrauchs-Emissions-Verhältnis muss daher der Kompromiss zwischen Verbrauch und Emissionen stark in Richtung Emissionssicherheit verschoben werden, wodurch sich der Verbrauch erhöhen kann. Derartige fest vorgegebene Verbrauchs-Emissionsverhältnisse sind beispielsweise bei sogenannten PEMS-Verfahren einzuhalten. Bei einem PEMS-Verfahren (Portable Emission Measurement System) werden Emissionen eines Fahrzeugs bei einem normalen Alltagsbetrieb des Fahrzeug mit Hilfe eines an dem Fahrzeug angebrachten tragbaren Emissionsmesssystem erfasst.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors bereitzustellen, welches das Einhalten vorgegebener Emissionsgrenzwerte bei einem möglichst geringen Verbrauch ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors nach Anspruch 1, einen Verbrennungsmotor mit einer Steuervorrichtung nach Anspruch 12 und ein Fahrzeug nach Anspruch 14 gelöst. Die abhängigen Ansprüche definieren bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors bereitgestellt. Bei dem Verfahren wird ein Emissionsmittelwert eines Schadstoffs im Abgas des Verbrennungsmotors bestimmt, indem eine Menge des Schadstoffs in dem Abgas bestimmt wird, während der Verbrennungsmotor eine vorgegebene Kohlendioxidmenge abgibt. In Abhängigkeit von dem Emissionsmittelwert und einem vorgegebenen Grenzwert wird ein Betriebsparameter des Verbrennungsmotors eingestellt. Indem ein Emissionsmittelwert des Schadstoffs im Abgas bestimmt wird, können

Emissionsspitzen durch einen vorhergehenden oder nachfolgenden Betrieb des Verbrennungsmotors mit geringeren Emissionen kompensiert werden, so dass zeitlich begrenzte Emissionen über dem vorgegebenen Grenzwert zu Gunsten eines geringeren Kraftstoffverbrauchs toleriert werden können, ohne den vorgegebenen Grenzwert insgesamt zu überschreiten. Erst bei einer Annäherung des Emissionsmittelwerts an den vorgegebenen Grenzwert oder bei einem Überschreiten des vorgegeben Grenzwertes werden die Betriebsparameter des Verbrennungsmotors derart geändert, dass der Emissionsmittelwert insgesamt unter dem vorgegebenen Grenzwert bleibt, während der Verbrennungsmotor die vorgegebene Kohlenstoffdioxidmenge abgibt.

[0011] Der Schadstoff umfasst beispielsweise Stickoxid oder Rußpartikel. Bei einem Dieselmotor lässt sich das Verhältnis von Stickoxid zu Rußpartikeln beispielsweise über eine Änderung einer Abgasrückführungsrate einstellen. Da die Rußpartikel bei einem Dieselmotor mit einem Dieselpartikelfilter im Allgemeinen nahezu vollständig von dem Dieselpartikelfilter aus den Abgasen entfernt werden, können Emissionsspitzen zu Ungunsten der Rußpartikelmenge verändert werden, so dass die Rußpartikelrohmenge ansteigt wohingegen die Stickoxidmenge sinkt. Hinter dem Dieselpartikelfilter können Grenzwerte bzgl. der Rußpartikel trotz der erhöhten Rußpartikelrohmenge eingehalten werden. Eine Regeneration des Dieselpartikelfilters kann bei einem späteren Betrieb des Verbrennungsmotors durchgeführt werden. Während der Spitzenemission kann der Verbrennungsmotor somit mit verhältnismäßig geringem Kraftstoffverbrauch betrieben werden. Die Regeneration des Dieselpartikelfilters, welche zusätzlich Kraftstoff kostet, kann in einem Betriebsbereich des Verbrennungsmotors durchgeführt werden, in dem der Kraftstoffmehrverbrauch für die Dieselpartikelfilterregeneration möglichst gering ist. Insgesamt kann somit der Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors verringert werden.

[0012] Der Emissionsmittelwert kann einen gleitenden Mittelwert umfassen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass beispielsweise bei einem Test eines Fahrzeugs mit dem

[0013] Verbrennungsmotor gemäß einem PEMS-Verfahren jederzeit die vorgegebenen Grenzwerte eingehalten werden können. Weiterhin kann der Verbrennungsmotor während des Bestimmens des Emissionsmittelwerts in einem oder mehreren Betriebspunkten des Verbrennungsmotors betrieben werden. Dadurch kann das PEMS-Verfahren unabhängig von vorbestimmten Fahrzyklen während eines normalen Alltagseinsatzes des Fahrzeugs durchgeführt werden, ohne dass der Emissionsmittelwert den vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform wird der Emissionsmittelwert bestimmt, indem eine Kraftstoffmenge bestimmt wird, welche dem Verbrennungsmotor zuzuführen ist, um die vorgegebene Kohlenstoffdioxidmenge in dem Abgas zu erzeugen, und die Menge des Schad-

stoffs in dem Abgas bestimmt wird, während dem Verbrennungsmotor die zuvor bestimmte Kraftstoffmenge zugeführt wird. In Abhängigkeit einer Kraftstoffart, wie zum Beispiel Diesel, Benzin oder Autogas, kann die vorgegebene Kohlenstoffdioxidmenge, welche in dem Abgas zu erwarten ist, in eine dem Verbrennungsmotor zuzuführende Kraftstoffmenge umgerechnet werden. Eine Messung der dem Verbrennungsmotor zugeführten Kraftstoffmenge ist bei den meisten Motoren über beispielsweise einen Einspritzdruck und eine Einspritzzeit verhältnismäßig einfach bestimmbar, so dass das Verfahren kostengünstig realisiert werden kann. Die vorgegebene Kohlendioxidmenge kann beispielsweise eine Menge in einem Bereich von 600 g bis 2500 g sein. Entsprechende Kraftstoffmengen liegen dementsprechend im Bereich von ca. 0,2 bis 1 Liter. Kohlendioxidmengen bzw. Kraftstoffmengen in diesem Bereich sind bei PEMS-Verfahren üblich und bieten dem zuvor beschriebenen Verfahren ausreichend Möglichkeiten, den geforderten Emissionsmittelwert zu erreichen und gleichzeitig einen Kraftstoff sparenden Betrieb des Verbrennungsmotors sicherzustellen.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform wird die Menge des Schadstoffs im Abgas bestimmt, indem die Menge des Schadstoffs Modell-basiert in Abhängigkeit von Betriebsparametern und/oder Betriebsgrößen des Verbrennungsmotors abgeschätzt wird. Somit ist eine kostengünstige und robuste Bestimmung des Schadstoffs in dem Abgas möglich. Alternativ kann die Menge des Schadstoffs in dem Abgas mittels eines Abgassensors bestimmt werden. Dadurch kann die Bestimmung der Emissionen genauer erfolgen und ggf. ein Modell überprüft bzw. angepasst werden.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform kann als Betriebsparameter ein Einspritzzeitpunkt von Kraftstoff in einen Brennraum des Verbrennungsmotors, ein Einspritzdruck von Kraftstoff in den Brennraum des Verbrennungsmotors, ein Ladedruck von Verbrennungsluft, welche dem Verbrennungsmotor zugeführt wird, eine Abgasrückführungsrate einer Abgasrückführung, eine Einstellung eines Schaltsaugrohrs oder einer Drallklappe in einer Luftzuführung des Verbrennungsmotors, eine Einstellung einer Turbinengeometrie einer Abgasturbine des Verbrennungsmotors, ein Zündzeitpunkt zum Entzünden des Kraftstoffs in dem Verbrennungsmotor oder eine Einstellung von Ventilsteuerzeiten von Einlass- und Auslassventilen des Verbrennungsmotors verändert werden. Die zuvor genannten Parameter können einzeln oder in Kombination dazu beitragen, dass beispielsweise ein Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs verringert wird, wobei jedoch unter Umständen die Menge von Schadstoffen in dem Abgas ansteigt, oder umgekehrt die Menge der Emissionen verringert werden, während der Kraftstoffverbrauch ansteigt. Weiterhin kann durch Verändern der vorgenannten Parameter erreicht werden, dass bestimmte Schadstoffe in dem Abgas verringert werden, ggf. unter Inkaufnahme einer Erhöhung eines anderen Schadstoffgehalts oder einer Erhöhung des Kraftstoff-

verbrauchs. Beispielsweise kann durch die Einstellung der Abgasrückführungsrate die Menge von Rußpartikeln in dem Abgas verringert werden, wodurch beispielsweise die Menge von Stickoxiden in dem Abgas ansteigen kann. Somit kann durch geeignetes Einstellen der vorgenannten Betriebsparameter der Emissionsmittelwert für alle Schadstoffe unter dem vorgegeben Grenzwert gehalten werden.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird der Emissionsmittelwert mit dem vorgegebenen Grenzwert verglichen und in Abhängigkeit von dem Vergleich des Emissionsmittelwerts mit dem vorgegebenen Grenzwert wird der Betriebsparameter des Verbrennungsmotors eingestellt. Wenn der Emissionsmittelwert unterhalb des vorgegeben Grenzwerts oder gleich dem vorgegeben Grenzwert ist, wird der Betriebsparameter derart eingestellt, dass ein Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors verringert wird. Wenn der Emissionsmittelwert oberhalb des vorgegeben Grenzwerts ist, wird der Betriebsparameter derart eingestellt, dass die Emissionen im Abgas verringert werden. Dadurch kann eine Ansteuerung des Verbrennungsmotors vereinfacht werden, indem für jeden Betriebspunkt des Verbrennungsmotors jeweils zwei Einstellwerte für den Betriebsparameter vorgesehen werden, ein verbrauchsoptimierter und ein emissionsoptimierter. Durch die Einstellung des Betriebsparameters auf den emissionsoptimierten Einstellwert kann erreicht werden, dass der Emissionsmittelwert bei Überschreiten des vorgegebenen Grenzwerts schnellstmöglich wieder unter den vorgegebenen Grenzwert gebracht werden kann.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird der Betriebsparameter des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von dem Emissionsmittelwert und dem vorgegebenen Grenzwert eingestellt, indem in Abhängigkeit von dem Emissionsmittelwert und dem vorgegebenen Grenzwert ein verbrauchsoptimierter Wert für den Betriebsparameter und ein emissionsoptimierter Wert für den Betriebsparameter gewichtet werden, der Betriebsparameter wird dann auf eine Kombination des gewichteten verbrauchsoptimierten Werts und des gewichteten emissionsoptimierten Werts eingestellt. Die Gewichtung kann beispielsweise mittels einer Kennlinie und einer Abweichung des Emissionsmittelwerts von dem vorgegebenen Grenzwert erfolgen. Somit kann der Betriebsparameter kontinuierlich derart verändert werden, dass der Emissionsmittelwert gerade unterhalb des vorgegebenen Grenzwerts gehalten wird, so dass ein Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors optimiert werden kann.

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird weiterhin ein Verbrennungsmotor mit einer Steuervorrichtung bereitgestellt. Die Steuervorrichtung ist in der Lage, einen Emissionsmittelwert eines Schadstoffs im Abgas des Verbrennungsmotors zu bestimmen, indem sie eine Menge des Schadstoffs in dem Abgas bestimmt, während der Verbrennungsmotor eine vorgegebene Kohlendioxidmenge abgibt. Die Steuervorrichtung ist weiterhin ausgestaltet, einen Betriebsparameter des Verbren-

nungsmotors in Abhängigkeit von dem Emissionsmittelwert und einem vorgegebenen Grenzwert einzustellen. Somit kann im Betrieb des Verbrennungsmotors sichergestellt werden, dass der vorgegebene Grenzwert zumindest im Mittel nicht überschritten wird und gleichzeitig ein Verbrauch des Verbrennungsmotors optimiert wird.

[0020] Der Verbrennungsmotor kann ferner zur Durchführung des zuvor beschriebenen Verfahrens ausgestaltet sein und umfasst daher auch die im Zusammenhang mit dem Verfahren beschriebenen Vorteile.

[0021] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird schließlich ein Fahrzeug mit einem Verbrennungsmotor, wie er zuvor beschrieben wurde, bereitgestellt.

[0022] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung im Detail beschrieben werden.

Fig. 1 zeigt Verfahrensschritte eines Verfahrens zum Betreiben eines Verbrennungsmotors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt Verfahrensschritte eines Verfahrens zum Betreiben eines Verbrennungsmotors gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 zeigt Verfahrensschritte eines Verfahrens zum Betreiben eines Verbrennungsmotors gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 zeigt schematisch ein Fahrzeug gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0023] Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform eines Verfahrens zum Betreiben eines Verbrennungsmotors. Das geregelte oder gesteuerte Betreiben eines Verbrennungsmotors wird auch als Motorapplikation bezeichnet. In einem ersten Schritt 11 wird ein aktueller Emissionsstatus (ES) des Fahrzeugs ermittelt. Dies kann insbesondere unabhängig von einem Fahrzyklus erfolgen, d.h. bei einer kennfeldweiten Emissionsüberwachung. Bei einer derartigen kennfeldweiten Emissionsüberwachung können Schadstoffemissionen in ein Verhältnis zu einer abgegebenen Kohlendioxidmasse gesetzt werden. Dies bedeutet beispielsweise, dass pro Kilogramm abgegebenes oder emittiertes Kohlendioxid nicht mehr als eine vorgegebene Masse an Stickoxiden (NO_x) oder Rußpartikeln erzeugt werden darf. Ob der Verbrennungsmotor bzw. das Fahrzeug vorgegebene Grenzen zur Schadstoffemission einhält, kann beispielsweise mittels portabler Emissionsmesssysteme in beispielsweise einem Alltagsbetrieb des Fahrzeugs ermittelt werden. Derartige Überwachungsverfahren werden als PEMS-Verfahren (Portable Emission Measurement System) bezeichnet. Der Emissionsstatus kann insbesondere als gleitender Mittelwert der Schadstoffemissionen über die vorgegebene Menge an Kohlendioxid bestimmt werden. Neben einer direkten Messung der Kohlendioxid und Schad-

stoffmengen können diese Mengen auch aus Betriebsdaten des Fahrzeugs sowie diversen Sensorsignalen mit hinreichender Genauigkeit modelliert werden. Beispielsweise kann die abgegebene Kohlendioxidmasse aus einem Einspritzdruck, beispielsweise einem sog. Rail-Druck, und einer Ansteuerdauer von Injektoren eines Verbrennungsmotors berechnet werden. Ebenso können mit Hilfe geeigneter Modelle Partikel- und NO_x-Emissionen bestimmt werden. In einem zweiten Schritt 12 wird überprüft, ob der Emissionsstatus ES einen vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert GW1 überschreitet oder nicht. Wird der Grenzwert überschritten, so wird im Schritt 13 eine Anpassung des Motorbetriebs derart vorgenommen, dass gegenüber einem Regelbetrieb oder Normalbetrieb ein schadstoffemissionsgeminderter Betrieb eingestellt wird. Dieser schadstoffemissionsgeminderte Betrieb kann auch zu Lasten des Verbrauchs oder der Kohlendioxidemissionen erfolgen, d.h. dieser Motorbetrieb ist nicht verbrauchsneutral, sondern kann zu einer Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs beitragen.

[0024] Wird der vorgebbare Grenzwert GW1 nicht überschritten, so wird im Schritt 14 der Regel- oder Normalbetrieb für den Motor eingestellt, welcher sich durch einen günstigen Verbrauch gegenüber dem emissionsgeminderten Betrieb auszeichnet. Die zuvor beschriebenen Verfahrensschritte werden kontinuierlich durchgeführt, d.h. nach einer Änderung der Motorapplikation wird der Emissionsstatus ES erneut ermittelt und bewertet. Insbesondere kann dabei berücksichtigt werden, dass ein gleitender Mittelwert des Emissionsstatus ES den Grenzwert GW1 nicht überschreitet, so dass das Fahrzeug auch bei einem PEMS-Verfahren stets die Werte für die geforderten Schadstoffemissionen einhält.

[0025] Die vorgegebene Masse an Kohlendioxid, über welche die Menge an Stickoxiden und Partikeln zur Ermittlung des Emissionsstatus im Schritt 11 ermittelt werden, kann beispielsweise in einem Bereich von 600-2500g liegen, oder, beispielsweise einer Kraftstoffmenge von ca. 0,2 - 1 Liter entsprechen. Die Menge an Kohlendioxid, über welche die Schadstoffe bei der Ermittlung des Emissionsstatus ES ermittelt werden, kann darüber hinaus in Abhängigkeit von Prüfverfahren einstellbar sein.

[0026] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei welcher die Motorapplikation mit einer Hysterese versehen ist. Dazu wird ein zweiter Grenzwert GW2 unterhalb des Grenzwertes GW1 definiert. Wenn der im Schritt 11 ermittelte Emissionsstatus ES den ersten Grenzwert GW1 überschreitet, wird der Motor emissionsgemindert (Schritt 13) betrieben. Erst bei Unterschreiten des zweiten Grenzwertes GW2, was im Schritt 21 überprüft wird, wird im Schritt 14 der Verbrennungsmotor auf den Regel- bzw. Normalbetrieb zurückgestellt.

[0027] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform, welche eine gleitende Berücksichtigung des Emissionsstatus bei der Einstellung des Verbrennungsmotors aufweist. Zunächst wird im Schritt 11 der Emissionsstatus

ES ermittelt. Der Emissionsstatus ES umfasst beispielsweise einen gleitenden Mittelwert einer Masse an Stickoxiden, welche während einer vorgegebenen Menge von abgegebenem Kohlendioxid abgegeben wird. Zusätzlich kann der Emissionsstatus einen gleitenden Mittelwert einer Menge von Partikeln umfassen, welche während der vorgegebenen Menge von Kohlendioxid emittiert wird. Mittels einer Kennlinie, welche den Grenzwert berücksichtigt, wird im Schritt 31 aus dem Emissionsstatus ES eine Emissionsgewichtung (EG) ermittelt, welche eine verbrauchsoptimierte Einstellung und eine emissionsoptimierte Einstellung des Verbrennungsmotors gewichtet. Die im Schritt 31 bestimmte Emissionsgewichtung EG kann beispielsweise einen Faktor zwischen 0 und 1 umfassen, welcher bei niedrigen Emissionsstatuswerten zu Gunsten des Verbrauchs niedrig und bei hohen Emissionsstatuswerten zu Gunsten der Emissionsminderung hoch sein kann. Mit dem Emissionsgewichtungsfaktor EG werden die Daten einer verbrauchsoptimierten Applikation 32 und einer emissionsoptimierten Applikation 33 gewichtet und addiert, und der Verbrennungsmotor entsprechend im Schritt 34 eingestellt. Dadurch kann ein verbrauchsoptimaler Betrieb ohne Überschreiten von geforderten Emissionsgrenzwerten erzielt werden.

[0028] Die zuvor beschriebenen Verfahren sind für Verbrennungsmotoren mit kennfeldweiter Emissionsüberwachung, insbesondere für Fahrzeugmotoren nach dem Diesel- oder Ottoverfahren, geeignet.

[0029] Fig. 4 zeigt ein Fahrzeug 41 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Fahrzeug 41 umfasst einen Verbrennungsmotor 42 und eine Steuervorrichtung 43. Die Steuervorrichtung 43 ist zur Durchführung des in den Figuren 1-3 beschriebenen Verfahrens geeignet. Die Steuervorrichtung 43 kann Bestandteil einer Motorelektronik des Fahrzeugs 41 sein. Mittels der zuvor im Zusammenhang mit den Figuren 1-3 beschriebenen Verfahren kann die Steuervorrichtung 43 sicherstellen, dass bei einem Betrieb des Fahrzeugs 41 Schadstoffemissionen des Fahrzeugs 41 ein Verhältnis zu einer vorbestimmten Kohlendioxidmasse nicht überschreiten.

[0030] Um einen emissionsoptimierten oder einem verbrauchsoptimierten Betrieb des Verbrennungsmotors 42 zu erreichen, können verschiedene Betriebsparameter des Motors verändert und eingestellt werden. Die Betriebsparameter können beispielsweise umfassen:

- einen Einspritzbeginn von Vor-, Haupt- und Nacheinspritzungen,
- einen Kraftstoffdruck, beispielsweise einen Raildruck bei einem Motor mit einer sog. Common Rail-Einspritzung,
- eine Einspritzungsdauer,
- eine Abgasrückführrate eines Abgasrückführungssystems des Verbrennungsmotors,
- einen Ladedruck eines Abgasturboladers oder eines Kompressors des Verbrennungsmotors,
- eine Einstellung einer Ladungsbewegungsklappe im

- Ansaugtrakts des Verbrennungsmotors,
- eine Einstellung einer Drallklappe oder eines Schaltsaugrohrs im Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors,
 - eine Einstellung von Drosselklappen im Ansaug- oder Abgastrakt des Verbrennungsmotors,
 - eine Ventilsteuerzeit von Einlass- und Auslassventilen des Verbrennungsmotors,
 - eine Einstellung eines Abgasturboladers mit einer variablen Turbinengeometrie, und/oder
 - einen Zündzeitpunkt, insbesondere bei Verbrennungsmotoren nach dem Ottoverfahren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors, umfassend:

- Bestimmen (11) eines Emissionsmittelwerts (ES) eines Schadstoffs im Abgas des Verbrennungsmotors (42), indem eine Menge des Schadstoffs in dem Abgas bestimmt wird, während der Verbrennungsmotor (42) eine vorgegebene Kohlendioxidmenge abgibt, und
- Einstellen (13,14) eines Betriebsparameters des Verbrennungsmotors (42) in Abhängigkeit von dem Emissionsmittelwert (ES) und zumindest einem vorgegeben oder vorgebbaren Grenzwert (GW1, GW2).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schadstoff Stickoxid und/oder Rußpartikel umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Emissionsmittelwert (ES) einen gleitenden Mittelwert umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Verbrennungsmotor (42) während des Bestimmens des Emissionsmittelwerts (ES) in einem oder mehreren beliebigen Betriebspunkten des Verbrennungsmotors (42) betrieben wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bestimmen des Emissionsmittelwerts (ES) umfasst:

- Bestimmen einer Kraftstoffmenge, welche dem Verbrennungsmotor (42) zuzuführen ist, um die vorgegebene Kohlendioxidmenge in dem Abgas zu erzeugen, und
- Bestimmen der Menge des Schadstoffs in dem Abgas, während dem Verbrennungsmotor die Kraftstoffmenge zugeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die vorgegebene Kohlendioxidmenge eine Menge in einem Bereich

von 600g bis 2500g ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bestimmen der Menge des Schadstoffs in dem Abgas umfasst:

- Modell-basiertes Abschätzen der Menge des Schadstoffs in Abhängigkeit von den Betriebsparametern und/oder Betriebsgrößen des Verbrennungsmotors (42), und/oder
- Erfassen der Menge des Schadstoffs in dem Abgas mittels eines Abgassensors.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Betriebsparameter umfasst:

- einen Einspritzzeitpunkt von Kraftstoff in den Brennraum des Verbrennungsmotors (42),
- einen Einspritzdruck von Kraftstoff in den Brennraum des Verbrennungsmotors (42),
- einen Ladedruck von dem Verbrennungsmotor (42) zugeführter Verbrennungsluft,
- einen Abgasrückführungsrate einer Abgasrückführung,
- eine Einstellung eines Schaltsaugrohrs oder einer Drallklappe einer Verbrennungsluftzuführung des Verbrennungsmotors (42),
- eine Einstellung einer Turbinengeometrie einer Abgasturbine des Verbrennungsmotors (42),
- einen Zündzeitpunkt zum Entzünden von Kraftstoff in dem Verbrennungsmotor (42), und/oder
- eine Einstellung von Ventilsteuerzeiten von Einlass- und Auslassventilen des Verbrennungsmotors (42).

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Einstellen des Betriebsparameters des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von dem Emissionsmittelwert und dem vorgegeben Grenzwert umfasst:

- Vergleichen (12) des Emissionsmittelwerts (ES) mit dem Grenzwert (GW1, GW2), und
- Einstellen (13, 14) des Betriebsparameters des Verbrennungsmotors (42) in Abhängigkeit von dem Vergleich des Emissionsmittelwerts (ES) mit dem Grenzwert (GW1, GW2).

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Einstellen des Betriebsparameters des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von dem Vergleich des Emissionsmittelwerts mit dem vorgegeben Grenzwert umfasst:

- Einstellen (14) des Betriebsparameters derart, dass ein Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors verringert wird, wenn der Emissionsmittelwert unterhalb des vorgegebenen Grenzwerts oder gleich dem vorgegebenen

Grenzwert ist, und

- Einstellen (13) des Betriebsparameters derart, dass Emissionen im Abgas verringert werden, wenn der Emissionsmittelwert oberhalb des vorgegebenen Grenzwerts ist.

5

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Einstellen des Betriebsparameters des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von dem Emissionsmittelwert und dem vorgegeben Grenzwert umfasst:

10

- Gewichten eines verbrauchsoptimierten Werts (32) für den Betriebsparameter und eines emissionsoptimierten Werts (33) für den Betriebsparameter in Abhängigkeit von dem Emissionsmittelwert und dem vorgegebenen Grenzwert, und
- Einstellen (34) des Betriebsparameters auf eine Kombination des gewichteten verbrauchsoptimierten Werts und des gewichteten emissionsoptimierten Werts.

15

20

12. Verbrennungsmotor mit einer Steuervorrichtung, wobei die Steuervorrichtung (43) ausgestaltet ist, einen Emissionsmittelwert (ES) eines Schadstoffs im Abgas des Verbrennungsmotors (42) zu bestimmen, indem sie eine Menge des Schadstoffs in dem Abgas bestimmt, während der Verbrennungsmotor (42) eine vorgegebene Kohlendioxidmenge abgibt, und einen Betriebsparameter des Verbrennungsmotors (42) in Abhängigkeit von dem Emissionsmittelwert (ES) und zumindest einem vorgegeben oder vorgebbaren Grenzwert (GW1, GW2) einzustellen.

25

30

13. Verbrennungsmotor nach Anspruch 12, wobei der Verbrennungsmotor (42) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2-11 ausgestaltet ist.

35

14. Fahrzeug mit einem Verbrennungsmotor (42) nach Anspruch 12 oder 13.

40

45

50

55

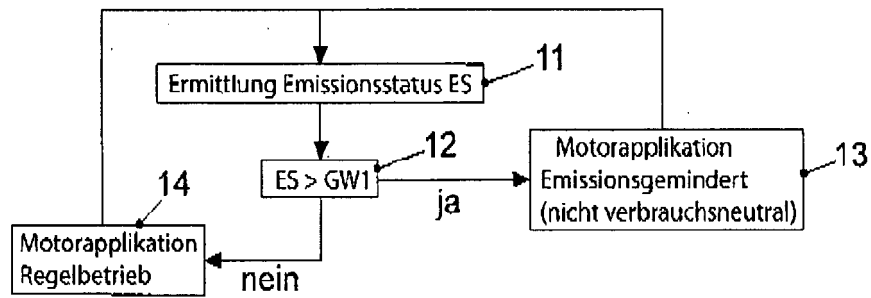


FIG. 1

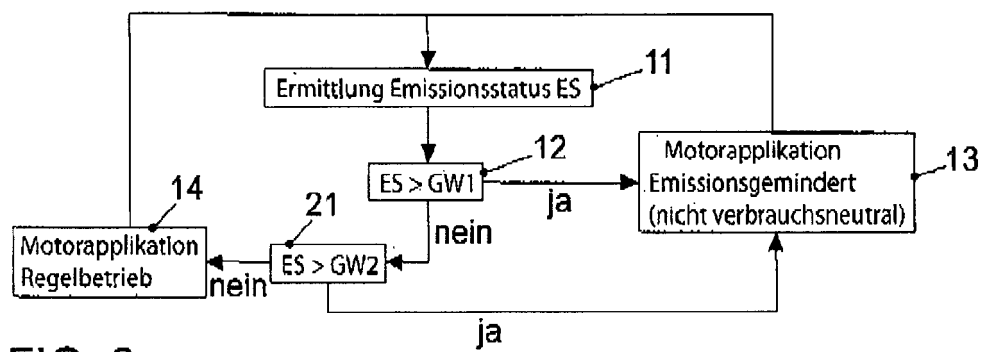


FIG. 2

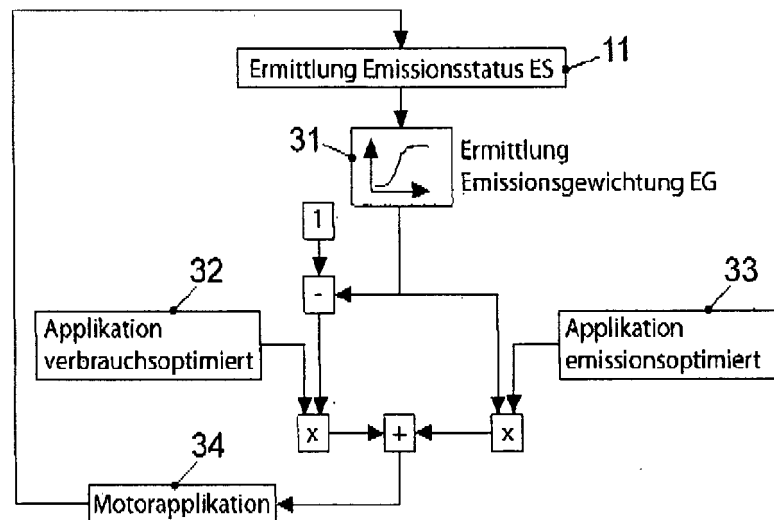


FIG. 3

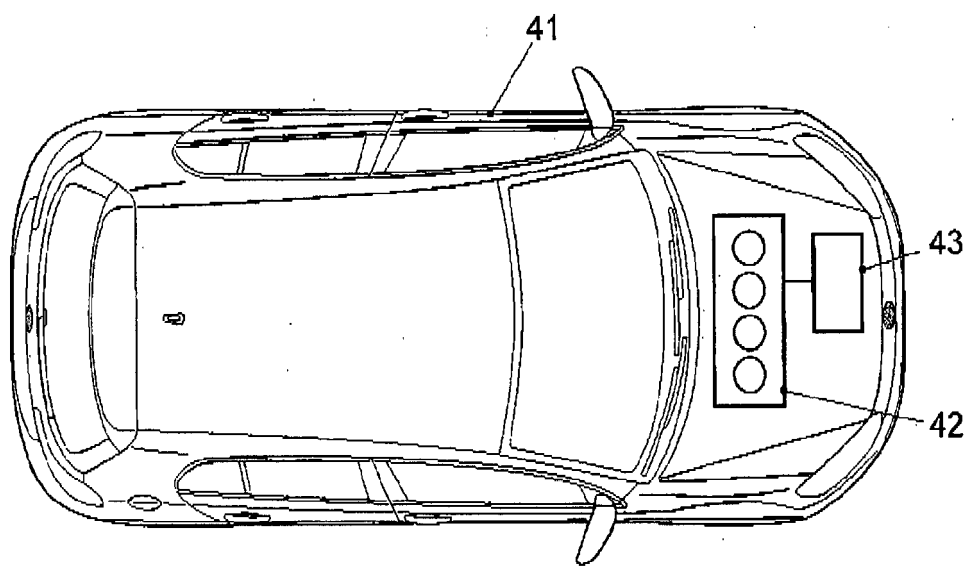


FIG. 4

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 10333933 A1 [0003]
- DE 102009029586 A1 [0004]
- DE 102009026556 A1 [0005]
- WO 0151792 A1 [0006]