



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 317 617 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.02.2006 Patentblatt 2006/07

(51) Int Cl.:
F02D 41/22 (2006.01) **F02D 35/00** (2006.01)
F02M 25/08 (2006.01) **F02D 41/14** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01971668.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2001/003301

(22) Anmeldetag: **29.08.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/020969 (14.03.2002 Gazette 2002/11)

(54) **VERFAHREN UND ELEKTRONISCHE STEUEREINRICHTUNG ZUR DIAGNOSE DER GEMISCHBILDUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

METHOD AND ELECTRONIC CONTROL DEVICE FOR DIAGNOSING THE MIXTURE PRODUCTION IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCEDE ET DISPOSITIF DE COMMANDE ELECTRONIQUE POUR ETABLIR UN DIAGNOSTIC DE LA FORMATION DU MELANGE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR

• **LEDERER, Dieter**
71634 Ludwigsburg (DE)

(30) Priorität: **04.09.2000 DE 10043859**

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 4 584 982 **US-A- 5 634 454**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.06.2003 Patentblatt 2003/24

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30. Januar 1998 (1998-01-30) & JP 09 242587 A (SUZUKI MOTOR CORP), 16. September 1997 (1997-09-16)**

(72) Erfinder:
• **ESTEGHLAL, Gholamabas**
71638 Ludwigsburg (DE)

EP 1 317 617 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose der Gemischbildung bei Verbrennungsmotoren mit Tankentlüftung.

[0002] Es ist bereits bekannt, bei der Regelung des Kraftstoff/Luftverhältnisses für Verbrennungsmotoren eine Vorsteuerung mit einer Regelung zu überlagern. Weiter ist bekannt, aus dem Verhalten der Regelstellgröße weitere Korrekturgrößen abzuleiten um Fehlanpassungen der Vorsteuerung an veränderte Betriebsbedingungen zu kompensieren. Diese Kompensation wird auch als Adaption bezeichnet. Die US 4 584 982 beschreibt beispielsweise eine Adaption mit unterschiedlichen Adaptiongrößen in verschiedenen Bereichen des Last/Drehzahlspektrums eines Verbrennungsmotors. Die verschiedenen Adaptiongrößen richten sich auf die Kompensation unterschiedlicher Fehler. Nach Ursache und Wirkung lassen sich drei Fehlerarten unterscheiden: Fehler eines Heißfilmluftmassenmessers wirken sich multiplikativ auf die Kraftstoffzumessung aus. Lecklufteinflüsse wirken additiv pro Zeiteinheit und Fehler bei der Kompensation der Anzugsverzögerung der Einspritzventile wirken additiv pro Einspritzung.

[0003] Nach gesetzlichen Vorschriften sollen abgasrelevante Fehler mit On Board Mitteln erkannt werden und gegebenenfalls soll eine Fehlerlampe aktiviert werden. Die Gemischadaption wird auch zur Fehlerdiagnose genutzt. Ist beispielsweise der Korrektureingriff der Adaption zu groß, deutet dies auf einen Fehler hin.

[0004] Die Diagnose des Kraftstoffversorgungssystems ist an die Gemischadaption gekoppelt. Diese kann nur bei aktiver Lambdaregelung laufen, insbesondere also nicht in Betriebsarten, in denen Lambda nur gesteuert wird (wie z.B. im Schichtbetrieb bei Benzindirekteinspritzung (BDE), im nicht geregelten Magerbetrieb bei BDE und Saugrohreinspritzung).

[0005] Für die Adaption wird daher in den Homogenbetrieb umgeschaltet und die Gemischadaption aktiviert.

[0006] Aus der DE 1 98 50 586 ist ein Motorsteuerungsprogramm bekannt, das die Umschaltung zwischen Schichtbetrieb und Homogenbetrieb steuert.

[0007] Im Schichtbetrieb wird der Motor mit einer stark geschichteten Zylinderladung und hohem Luftüberschuß betrieben, um einen möglichst niedrigen Kraftstoffverbrauch zu erreichen. Die geschichtete Ladung wird durch eine späte Kraftstoffeinspritzung erreicht, die im Idealfall zur Aufteilung des Brennraums in zwei Zonen führt: Die erste Zone enthält eine brennfähige Luft-Kraftstoff-Gemischwolke an der Zündkerze. Sie wird von der zweiten Zone umgeben, die aus einer isolierenden Schicht aus Luft und Restgas besteht. Das Potential zur Verbrauchsoptimierung ergibt sich aus der Möglichkeit, den Motor unter Vermeidung von Ladungswechselverlusten weitgehend ungedrosselt zu betreiben. Der Schichtbetrieb wird bei vergleichsweise niedriger Last bevorzugt.

[0008] Bei höherer Last, wenn die Leistungsoptimierung im Vordergrund steht, wird der Motor mit homogener Zylinderfüllung betrieben. Die homogene Zylinderfüllung ergibt sich aus einer frühen Kraftstoffeinspritzung während des Ansaugvorganges. Als Folge steht bis zur Verbrennung eine größere Zeit zur Gemischbildung zur Verfügung. Das Potential dieser Betriebsart zur Leistungsoptimierung ergibt sich zum Beispiel aus der Ausnutzung des gesamten Brennraumvolumens zur Füllung mit brennfähigem Gemisch.

[0009] Hinsichtlich der Adaption existieren mehrere Einschaltbedingungen:

[0010] So muß beispielsweise die Motortemperatur die Einschalttemperaturschwelle erreicht haben und die Lambdasonde muß betriebsbereit sein. Weiter müssen die aktuellen Werte von Last und Drehzahl in bestimmten Bereichen liegen, in denen jeweils gelernt wird. Dies ist beispielsweise aus der US 4 584 982 bekannt. Weiterhin muß Homogenbetrieb vorliegen.

[0011] Die Erfindung zielt darauf, den Zeitraum, in dem der Motor verbrauchoptimal im Schichtbetrieb gefahren werden kann, zu vergrößern. Die Umschaltung auf Homogenbetrieb zur Diagnose verringert den Verbrauchsvorteil der Benzindirekteinspritzung, da der Homogenbetrieb verbrauchsungünstiger ist als der Schichtbetrieb. Eine Umschaltung in den Homogenbetrieb erhöht den Kraftstoffverbrauch daher dann, wenn kein Fehler vorliegt, unnötig. Sie soll soweit wie möglich vermieden werden, ohne die Entdeckung abgasrelevanter Fehler zu verschlechtern.

[0012] Diese gewünschte Wirkung wird mit einem Verfahren zur Diagnose der Gemischbildung bei Verbrennungsmotoren mit Brennräumen und mit Tankentlüftung erzielt, bei dem die Diagnose an eine Gemischadaption gekoppelt ist, die nur bei aktiver Lambdaregelung läuft und bei dem außerhalb der aktiven Lambdaregelung ein Hinweis auf einen Gemisch- oder Sondenfehler erkannt wird, indem ein Fehlverdacht bei aktiver Tankentlüftung und nicht aktiver Gemischadaption dann gebildet wird, wenn ein Maß für den Einfluss der Tankentlüftung auf die Gemischzusammensetzung, das unter der Annahme eines intakten Systems gebildet wird, unplausible Werte annimmt, und bei dem dann, wenn dieser Verdacht vorliegt, die Gemischadaption angefordert wird, um den Verdacht ggf. zu verifizieren oder falsifizieren.

[0013] In einer Weiterbildung der Erfindung wird der Verbrennungsmotor mit Benzindirekteinspritzung in die Brennräume betrieben wird.

[0014] Eine weitere Weiterbildung zeichnet sich dadurch aus, daß der Verbrennungsmotor wenigstens in einer ersten Betriebsart mit geschichteter Gemischverteilung in den Brennräumen (Schichtbetrieb) und einer zweiten Betriebsart mit homogener Gemischverteilung in den Brennräumen (Homogenbetrieb) betrieben wird und daß die Erkennung eines Hinweises auf einen Gemisch- oder Sondenfehler (Fehlverdacht) außerhalb der aktiven Lambdaregelung im Schichtbetrieb stattfindet.

[0015] Eine weitere Maßnahme sieht vor, daß bei im Schichtbetrieb erkanntem Hinweis auf einen Gemisch- oder Sondenfehler (Fehlerverdacht) eine Umschaltung zu Diagnosezwecken zur Verifizierung oder Falsifizierung des Fehlerverdacht in den Homogenbetrieb erfolgt.

[0016] Eine weitere Maßnahme sieht eine Verwendung mit einem Steuergerät zur Steuerung einer Tankentlüftungsanlage (12) sowie weiterer Funktionen zur Erzielung einer effizienten Verbrennung des Kraftstoff/Luftgemisches im Brennraum vor, wobei die Tankentlüftungsanlage 12 einen Aktivkohlefilter 15, der über entsprechende Leitungen beziehungsweise Anschlüsse mit dem Tank, der Umgebungsluft und dem Saugrohr des Verbrennungsmotors verbunden ist, und ein in der Leitung zum Saugrohr angeordnetes Tankentlüftungsventil 16 aufweist.

[0017] Gemäß einer anderen Weiterbildung wird ein Vorsteuerwert r_k für ein Kraftstoffzumesssignal zur Kraftstoffeinspritzung in wenigstens einen der Brennräume in Abhängigkeit von wenigstens der Drehzahl n und einem Signal m_l über die von dem Verbrennungsmotor angesaugte Luftmenge gebildet, wobei sich eine Fehlanpassung der Kraftstoffmenge an die Luftmenge im Signal U_s einer Abgassonde abbildet, aus dem ein Regler 2.3 eine Regelstellgröße f_r formt, die durch eine multiplikative Verknüpfung mit dem Vorsteuerwert r_k die Fehlanpassung verringert.

[0018] Eine weitere Maßnahme sieht eine Bildung eines Adaptionseingriffs f_{ra} auf die Kraftstoffzumesssignalbildung durch Bildung eines Mittelwerts f_{rm} der Regelstellgröße f_r und durch Korrektur der Kraftstoffzumesssignalbildung mit einer auf dem genannten Mittelwert basierenden Adaptionseingriffsgröße f_{ra} vor.

[0019] Eine weitere Maßnahme sieht vor, daß im Schichtbetrieb zwar keine Gemischadaption, wohl aber eine Tankentlüftung stattfindet.

[0020] Gemäß einer weiteren Weiterbildung wird der Einfluß des Regeneriergases bei aktiver Tankentlüftung auf die Zusammensetzung des Gesamt-Kraftstoff/Luftverhältnisses aus dem Signal einer Lambdasonde abgeleitet, daraus die Kraftstoffkonzentration (= Beladung) des Regeneriergases gelernt (adaptiert), und der über das TEV eingeleitete Kraftstoffanteil wird mit folgenden Eingangsgrößen berechnet:

- Abgassondensignal
- gemessene Ansaugluftmenge,
- über die Einspritzventile zugemessene Kraftstoffmenge
- aus dem Ansteuertastverhältnis für das Tankentlüftungsventil und weiteren Randbedingungen ableitbare Regeneriergäsmenge.

[0021] Eine weitere Weiterbildung sieht vor, daß dann, wenn die Beladung des Regeneriergases der TE außerhalb eines plausiblen Bereichs liegt, der Fehlerverdacht gesetzt wird.

[0022] Die Erfindung richtet sich auch auf eine elektronische Steuereinrichtung zur Durchführung der Verfahren nach den oben genannten Verfahren und Weiterbildungen zur Diagnose einer Gemischbildung dar.

5 **[0023]** Damit stellt die Erfindung ein Verfahren zur Diagnose der Gemischbildung bei Verbrennungsmotoren mit Tankentlüftung dar, wobei die Diagnose an die Gemischadaption gekoppelt ist und nur bei aktiver Lambda-
10 regelung laufen kann. Die Gemischadaption läuft damit insbesondere nicht in Betriebsarten des Verbrennungsmotors, in denen Lambda nur gesteuert wird. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass außerhalb der aktiven Lambda-
15 regelung ein Hinweis auf einen Gemisch- oder Sondenfehler auch im Schicht- oder Magerbetrieb, insbesondere bei BDE, grundsätzlich aber auch im Magerbetrieb bei Saugrohrein-spritzung erkannt wird. Dazu wird ein Fehlerverdacht bei aktiver Tankentlüftung und nichtaktiver Gemischadaption gebildet. Wenn dabei ein Maß für den Einfluss der Tankentlüftung auf die Gemischzusammensetzung, das unter der Annahme eines intakten Systems gebildet wird, un-plausible Werte an-
20 nimmt, wird die Gemischadaption angefordert, um den Verdacht ggf. zu verifizieren.

[0024] Das Setzen eines Fehlerverdachts für das Gemisch in der TE ist insbesondere bei BDE-Motoren vorteilhaft, da es sowohl im Schicht- als auch im Homogenbetrieb eine Fehlererkennung und damit die Aktivierung der GA ermöglicht. Die GA benötigt ihrerseits eine aktive Lambda-
25 regelung, d.h. Homogenbetrieb, kann also im Schichtbetrieb nicht aktiviert werden und somit keinen Fehler erkennen. Eine Umschaltung auf Homogenbetrieb nur zu Diagnosezwecken erfolgt nur bei begründetem Verdacht auf einen Fehler. Eine unerwünschte Einschränkung des Schichtbetriebes wird damit vermieden.

30 **[0025]** Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Bezug zu den Figuren erläutert.

35 **[0026]** Fig 1 zeigt das technische Umfeld der Erfindung.

[0027] Die 1 in der Fig. 1 repräsentiert den Brennraum eines Zylinders eines Verbrennungsmotors. Über ein Einlaßventil 2 wird der Zustrom von Luft zum Brennraum gesteuert. Die Luft wird über ein Saugrohr 3 angesaugt. Die Ansaugluftmenge kann über eine Drosselklappe 4 variiert werden, die von einem Steuergerät 5 angesteuert wird. Dem Steuergerät werden Signale über den Drehmomentwunsch des Fahrers, bspw. über die Stellung eines Fahrpedals 6, ein Signal über die Motordrehzahl n von einem Drehzahlgeber 7 und ein Signal über die Menge m_l der angesaugten Luft von einem Luftmengenmesser 8 zugeführt und ein Signal U_s über die Abgaszusammensetzung und/oder Abgastemperatur von einem Abgassensor 16 zugeführt. Abgassensor 16 kann beispielsweise eine Lambdasonde sein, deren Nernstspannung den Sauerstoffgehalt im Abgas angibt. Das Abgas wird durch wenigstens einen Katalysator 15 geführt, in dem Schadstoffe aus dem Abgas konvertiert und/oder vorübergehend gespeichert werden.

[0028] Aus diesen und ggf. weiteren Eingangssignalen

über weitere Parameter des Verbrennungsmotors wie Ansaugluft- und Kühlmitteltemperatur und so weiter bildet das Steuergerät 5 Ausgangssignale zur Einstellung des Drosselklappenwinkels α durch ein Stellglied 9 und zur Ansteuerung eines Kraftstoffeinspritzventils 10, durch das Kraftstoff in den Brennraum des Motors dosiert wird. Außerdem wird durch das Steuergerät die Auslösung der Zündung über eine Zündeinrichtung 11 gesteuert.

[0029] Der Drosselklappenwinkel α und die Einspritzimpulsbreite t_i sind wesentliche, aufeinander abzustimmende Stellgrößen zur Realisierung des gewünschten Drehmomentes. Eine weitere wesentliche Stellgröße zur Beeinflussung des Drehmomentes ist die Winkellage der Zündung relativ zur Kolbenbewegung. Die Bestimmung der Stellgrößen zur Einstellung des Drehmomentes ist Gegenstand der DE 1 98 51 990, die insoweit in die Offenbarung einbezogen sein soll.

[0030] Weiterhin steuert das Steuergerät eine Tankentlüftung 12 sowie weitere Funktionen zur Erzielung einer effizienten Verbrennung des Kraftstoff/Luftgemisches im Brennraum. Die aus der Verbrennung resultierende Gaskraft wird durch Kolben 13 und Kurbeltrieb 14 in ein Drehmoment gewandelt.

[0031] Die Tankentlüftungsanlage 12 besteht aus einem Aktivkohlefilter 18, der über entsprechende Leitungen beziehungsweise Anschlüsse mit dem Tank 20, der Umgebungsluft 17 und dem Saugrohr des Verbrennungsmotors kommuniziert, wobei in der Leitung zum Saugrohr ein Tankentlüftungsventil 19 angeordnet ist.

[0032] Der Aktivkohlefilter 18 speichert im Tank 20 verdunstenden Kraftstoff. Bei vom Steuergerät 5 öffnend angesteuertem Tankentlüftungsventil 19 wird Luft aus der Umgebung 17 durch den Aktivkohlefilter gesaugt, der dabei den gespeicherten Kraftstoff an die Luft abgibt. Dieses auch als Tankentlüftungsgemisch oder auch als Regeneriergas bezeichnete Kraftstoff-Luft-Gemisch beeinflusst die Zusammensetzung des dem Verbrennungsmotor insgesamt zugeführten Gemisches. Der Kraftstoffanteil am Gemisch wird im übrigen durch eine Zumesung von Kraftstoff über die Kraftstoffzumeßvorrichtung 10 mitbestimmt, die der angesaugten Luftmenge angepaßt ist. Dabei kann der über das Tankentlüftungssystem angesaugte Kraftstoff in Extremfällen einem Anteil von ca. einem Drittel bis zur Hälfte der Gesamtkraftstoffmenge entsprechen.

[0033] Fig. 2 verdeutlicht die Bildung eines Kraftstoffzumesssignals auf der Basis der Signale aus Fig. 1 und die Funktionsweise einer Adaption.

[0034] FIG. 2 zeigt die Bildung des Kraftstoffzumesssignals. Block 2.1 stellt ein Kennfeld dar, das durch die Drehzahl n und die relative Luftfüllung rl adressiert wird und in dem Vorsteuerwerte rk für die Bildung der Kraftstoffzumesssignale abgelegt sind. Die relative Luftfüllung rl ist auf eine maximale Füllung des Brennraums mit Luft bezogen und gibt damit gewissermaßen den Bruchteil der maximalen Brennraum- oder Zylinderfüllung an. Sie wird im wesentlichen aus dem Signal ml gebildet. rk

entspricht der zur Luftmenge rl zugeordneten Kraftstoffmenge.

[0035] Block 2.2 zeigt den bekannten multiplikativen Lambdaregeleingriff. Eine Fehlanpassung der Kraftstoffmenge an die Luftmenge bildet sich im Signal Us der Abgassonde ab. Aus diesem formt ein Regler 2.3 die Regelstellgröße fr , die über den Eingriff 2.2 die Fehlanpassung verringert.

[0036] Aus dem so korrigierten Signal kann im Block 2.4 bereits das Zumesssignal, beispielsweise eine Ansteuerimpulsbreite für die Einspritzventile gebildet werden. Block 2.4 repräsentiert damit die Umrechnung der relativen und korrigierten Kraftstoffmenge in ein reales Ansteuersignal unter Berücksichtigung von Kraftstoffdruck, Einspritzventilgeometrie etc.

[0037] Die Blöcke 2.5 bis 2.9 repräsentieren die bekannte betriebsparameterabhängige Gemischadaption die multiplikativ und/oder additiv wirken kann. Der Kreis 2.9 soll diese 3 Möglichkeiten repräsentieren. Der Schalter 2.5 wird vom Mittel 2.6 geöffnet oder geschlossen, wobei dem Mittel 2.6 Betriebsparameter des Verbrennungsmotors wie Temperatur T , Luftmasse ml und Drehzahl n zugeführt wird. Mittel 2.6 in Verbindung mit dem Schalter 2.5 erlaubt damit eine betriebsparameterbereichsabhängige Aktivierung der drei genannten Adaptionmöglichkeiten. Die Bildung des Adaptionseingriffs fra auf die Kraftstoffzumesssignalbildung wird durch die Blöcke 2.7 und 2.8 veranschaulicht. Block 2.7 bildet bei geschlossenem Schalter 2.5 den Mittelwert frm der Regelstellgröße fr . Abweichungen des Mittelwerts frm vom neutralen Wert 1 werden vom Block 2.8 in die Adaptionseingriffsgröße fra übernommen. Beispielsweise gehe die Regelstellgröße fr aufgrund einer Fehlanpassung der Vorsteuerung zunächst gegen 1,05. Die Abweichung 0,05 vom Wert 1 wird vom Block 2.8 in den Wert fra des Adaptionseingriffs übernommen. Bei einem multiplikativen fra -Eingriff geht dann fra gegen 1,05 mit der Folge, dass fr wieder gegen 1 geht. Die Adaption sorgt damit dafür, dass Fehlanpassungen der Vorsteuerung nicht bei jedem Betriebspunktwechsel erneut ausgeregelt werden müssen.

[0038] Diese Anpassung der Adaptionsgröße fra wird bei hohen Temperaturen des Verbrennungsmotors, beispielsweise oberhalb einer Kühlwassertemperatur von 70°Celsius bei dann geschlossenem Schalter 2.5 durchgeführt; einmal angepasst, wirkt fra aber auch bei offenem Schalter 2.5 auf die Bildung des Kraftstoffzumesssignals ein.

[0039] Die erfindungsgemäße Lösung basiert darauf, dass im Schichtbetrieb zwar keine Gemischadaption, wohl aber eine Tankentlüftung stattfindet.

[0040] Die Tankentlüftung dient dem Druckausgleich zwischen Kraftstoffbehälter und Umgebung, der beispielsweise bei vermehrter Ausdampfung des Kraftstoffs aufgrund von Erwärmung oder Abnahme des Umgebungsdrucks erforderlich ist. Der im Kraftstoffdampf enthaltene Kraftstoff wird in einem Aktivkohlefilter (AKF) absorbiert, das aufgrund seiner begrenzten Aufnahmekapazität

pazität regelmäßig entleert werden muss. Dies geschieht durch Zufuhr des gespeicherten Kraftstoffs (=Regeneriergas) zur Verbrennung über das Tankentlüftungsventil (TEV).

[0041] Dabei kann auf der Basis des Einflusses des Regeneriergases auf die Zusammensetzung des Gesamt-Kraftstoff/Luftverhältnisses, die aus dem Signal einer Lambdasonde ableitbar ist, die Kraftstoffkonzentration (= Beladung) des Regeneriergases adaptiert und der über das TEV eingeleitete Kraftstoffanteil berechnet werden. Eingangsgroßen dieser Berechnung sind neben dem Lambdasondensignal die gemessene Ansaugluftmenge, die über die Einspritzventile zugemessene Kraftstoffmenge und die aus dem Ansteuertastverhältnis für das Tankentlüftungsventil und weiteren Randbedingungen ableitbare Regeneriergasmenge. Eine bestimmte (bekannte) Ansaugluftmenge und eine bestimmte (bekannte), über die Einspritzventile zugemessene Kraftstoffmenge ergibt in Verbindung mit einer bestimmten (bekanntem) Regeneriergasmenge und einem bestimmten (unbekanntem) Kraftstoffdampfanteil an der Regeneriergasmenge eine bestimmte Sauerstoffkonzentration im Abgas. Bei durch Messung mit einer Abgassonde gemessener (bekannter) Sauerstoffkonzentration ergibt sich damit die gesuchte Beladung durch Berechnung.

[0042] Wenn die so ermittelte Beladung des Regeneriergases der TE außerhalb eines plausiblen Bereichs liegt, wird erfindungsgemäß ein Fehlerverdacht gesetzt.

[0043] Mit der bestimmten Beladung des Regeneriergases wird der Kraftstoffanteil der Tankentlüftung an der Gesamtkraftstoffmenge bestimmt. Dieser Kraftstoffanteil ist die Regelgröße der Tankentlüftung, die auf einen arbeitspunktabhängig vorzugebenden Sollwert geregelt wird. Beispielsweise sollen in einem bestimmten Betriebspunkt möglicherweise 30% der Gesamtkraftstoffmenge über das Tankentlüftungsventil fließen, während die anderen 70% über Kraftstoffeinspritzventile eingespritzt werden.

[0044] Darüberhinaus wird dieser Kraftstoffanteil auf vorbestimmte Grenzwerte in Abhängigkeit von der Gesamtkraftstoffmenge beschränkt, bspw. auf 50%. Liegt kein Fehler vor, werden diese Grenzwerte nicht erreicht.

[0045] Ein außerhalb der Tankentlüftung vorliegender Gemisch- oder Sondenfehler wird bei aktiver Tankentlüftung als Beladung des Regeneriergases interpretiert. Die tatsächliche Beladung stimmt dann nicht mit der berechneten Beladung überein. In diesem Fall können die genannten Grenzwerte erreicht werden. Liegt gleichzeitig der Gemischregelfaktor nicht innerhalb eines vorbestimmten Bereiches um seine Normlage, so wird dies als Hinweis auf einen Gemisch- oder Sondenfehler gewertet und der Fehlerverdacht gesetzt. Sobald einer der Grenzwerte erreicht wird, wird ein weiteres Öffnen des Tankentlüftungsventils aktiv verhindert.

[0046] Der Gemischregelfaktor ist der in der Tankentlüftungsphase gebildete Faktor für die Gemischabweichung (Regelfaktor der Lambdaregelung multipliziert mit dem Verhältnis des Lambda-Istwertes zum Lambda-Soll-

wert). Aus der Abweichung dieses Faktors von seinem Neutralwert (Eins) wird die Beladung des Regeneriergases adaptiert und damit der Kraftstoffanteil der Tankentlüftung am Gesamtkraftstoff.

5 [0047] Zur Verdeutlichung sei der Fall von Leckluft betrachtet, die ein fehlerhaft zu mageres Gemisch zur Folge hat. Dies führt zu einer fortgesetzten rechnerischen Abnahme der Beladung des Regeneriergases und somit auch des Kraftstoffanteils der Tankentlüftung. Die
10 Tankentlüftung stellt damit eine zunehmende Abweichung des Ist- vom Sollkraftstoffanteil fest und öffnet in-
folgedessen das Tankentlüftungsventil weiter. Somit wird der untere der genannten Grenzwerte erreicht und bei fortgesetzt zu magerem Gemisch, das nicht innerhalb
15 eines Bereichs um seine Neutrallage steht, der Fehlerverdacht gesetzt.

[0048] Um einen weiteren Störeinfluss zu verhindern, wird ein weiteres Öffnen des Tankentlüftungsventils bei Erreichen des Grenzwerts nicht zugelassen.

20 [0049] Bei gesetztem Fehlerverdacht wird die Gemischadaption angefordert, zu deren Aktivierung auf eine Betriebsart mit aktiver Lambdaregelung, bei BDE also auf Homogenbetrieb, umgeschaltet und die Tankentlüftung ausgeschaltet wird. Damit wird erreicht, dass ein
25 vorhandener Gemischfehler adaptiert wird; laufen die Adaptionwerte dabei gegen Grenzwerte, so erfolgt ein Fehlereintrag. Der vorherige Verdacht ist damit verifiziert.

[0050] Bei gesetztem Fehlerverdacht ist von einem falsch adaptierten Wert der Beladung des Regeneriergases auszugehen. In diesem Fall wird nach einem betriebsbedingt erfolgten Schliessen des Tankentlüftungsventils vor dem nächsten Öffnen die Beladung auf einen
30 Neutralwert zurückgesetzt.

35 [0051] Der Fehlerverdacht wird nach erfolgter Gemischadaption zurückgesetzt.

Patentansprüche

- 40
1. Verfahren zur Diagnose der Gemischbildung bei Verbrennungsmotoren mit Brennräumen und mit Tankentlüftung, wobei die Diagnose an eine Gemischadaption gekoppelt, die nur bei aktiver Lambdaregelung läuft, **dadurch gekennzeichnet, dass** außerhalb der aktiven Lambdaregelung ein Hinweis auf einen Gemisch- oder Sondenfehler erkannt wird,
indem ein Fehlerverdacht bei aktiver Tankentlüftung und nicht aktiver Gemischadaption gebildet wird, wenn ein Maß für den Einfluss der Tankentlüftung auf die Gemischzusammensetzung, das unter der Annahme eines intakten Systems gebildet wird, un-
45 plausible Werte annimmt,
und bei dem dann, wenn dieser Verdacht vorliegt, die Gemischadaption angefordert wird, um den Verdacht ggf. zu verifizieren.
- 50
- 55

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verbrennungsmotor mit Benzindirekteinspritzung in die Brennräume betrieben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verbrennungsmotor wenigstens in einer ersten Betriebsart mit geschichteter Gemischverteilung in den Brennräumen (Schichtbetrieb) und einer zweiten Betriebsart mit homogener Gemischverteilung in den Brennräumen (Homogenbetrieb) betrieben wird und daß die Erkennung eines Hinweises auf einen Gemisch- oder Sondenfehler (Fehlverdacht) außerhalb der aktiven Lambdaregelung im Schichtbetrieb stattfindet.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei im Schichtbetrieb erkanntem Hinweis auf einen Gemisch- oder Sondenfehler (Fehlverdacht) eine Umschaltung zu Diagnosezwecken zur Verifizierung oder Falsifizierung des Fehlverdachtetes in den Homogenbetrieb erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** seine Verwendung mit einem Steuergerät zur Steuerung einer Tankentlüftungsanlage (12) sowie weiterer Funktionen zur Erzielung einer effizienten Verbrennung des Kraftstoff/Luftgemisches im Brennraum, wobei die Tankentlüftungsanlage 12 einen Aktivkohlefilter 15, der über entsprechende Leitungen beziehungsweise Anschlüsse mit dem Tank, der Umgebungsluft und dem Saugrohr des Verbrennungsmotors verbunden ist, und ein in der Leitung zum Saugrohr angeordnetes Tankentlüftungsventil 16 aufweist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein ein Vorsteuerwert r_k für ein Kraftstoffzumesssignal zur Kraftstoffeinspritzung in wenigstens einen der Brennräume in Abhängigkeit von wenigstens der Drehzahl n und einem Signal m_l über die von dem Verbrennungsmotor angesaugte Luftmenge gebildet wird, wobei sich eine Fehlanpassung der Kraftstoffmenge an die Luftmenge im Signal U_s einer Abgassonde abbildet, aus dem ein Regler 2.3 eine Regelstellgröße f_r formt, die durch eine multiplikative Verknüpfung mit dem Vorsteuerwert r_k die Fehlanpassung verringert.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** eine Bildung eines Adaptioneingriffes f_{ra} auf die Kraftstoffzumesssignalbildung **durch** Bildung eines Mittelwerts f_{rm} der Regelstellgröße f_r und **durch** Korrektur der Kraftstoffzumesssignalbildung mit einer auf dem genannten Mittelwert basierenden Adaptioneingriffgröße f_{ra} .
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Schichtbetrieb zwar keine Gemischadaption, wohl aber eine Tankentlüftung stattfindet.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Einfluß des Regeneriergases bei aktiver Tankentlüftung auf die Zusammensetzung des Gesamt-Kraftstoff/Luftverhältnisses aus dem Signal einer Lambdasonde abgeleitet wird, daraus die Kraftstoffkonzentration (= Beladung) des Regeneriergases gelernt (adaptiert) wird und der über das TEV eingeleitete Kraftstoffanteil mit folgenden Eingangsgrößen berechnet wird:
- Abgassondensignal
 - gemessene Ansaugluftmenge,
 - über die Einspritzventile zugemessene Kraftstoffmenge
 - aus dem Ansteuertastverhältnis für das Tankentlüftungsventil und weiteren Randbedingungen ableitbare Regeneriergasmenge.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** dann, wenn die Beladung des Regeneriergases der Tankentlüftung außerhalb eines plausiblen Bereichs liegt, der Fehlverdacht gesetzt wird.
11. Elektronische Steuereinrichtung zur Durchführung der Verfahren nach den Ansprüchen 1 - 10.

Claims

1. Method for diagnosing the mixture formation in internal combustion engines with combustion chambers and tank venting, the diagnosis being coupled to a mixture adaptation which runs only when lambda control is active, **characterized in that** outside the active lambda control, an indication of a mixture or sensor error is recognized by forming an error suspicion when tank venting is active and mixture adaptation is not active if a measure of the influence of the tank venting on the mixture composition which is formed assuming an intact system adopts implausible values, and in which method, if this suspicion is present, mixture adaptation is requested, in order to verify or disprove the suspicion as appropriate.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the internal combustion engine is operated with direct injection of petrol into the combustion chambers.
3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the internal combustion engine at least in a first operating mode is operated with stratified mixture distribution in the combustion chambers (stratified operation) and in a second operating mode with a ho-

mogenous mixture distribution in the combustion chambers (homogenous operation), and **in that** the recognition of an indication of a mixture or sensor error (error suspicion) outside the active lambda control takes place in stratified operation.

4. Method according to Claim 3, **characterized in that** if an indication of a mixture or sensor error (error suspicion) is recognized in stratified operation, for diagnosis purposes the engine is switched to homogenous operation to verify or disprove the error suspicion.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized by** its use with a control unit for controlling a tank venting installation (12) and further functions for achieving efficient combustion of the fuel/air mixture in the combustion chamber, the tank venting installation 12 having an activated carbon filter 15, which is connected via corresponding lines or connections to the tank, to ambient air and to the induction pipe of the internal combustion engine, and a tank venting valve 16 arranged in the line leading to the induction pipe.
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a pilot control value r_k for a fuel metering signal for the injection of fuel into at least one of the combustion chambers as a function of at least the engine speed n and a signal m_l is formed by means of the air quantity drawn in by the internal combustion engine, with incorrect matching of the fuel quantity to the air quantity being reflected in the signal U_s from an exhaust-gas sensor, from which signal a controller 2.3 forms a control variable f_r which, by being linked by multiplication to the pilot control value r_k , reduces the incorrect matching.
7. Method according to Claim 6, **characterized by** the formation of an adaption intervention f_{ra} on the fuel metering signal formation by forming a mean value f_{rm} of the control variable f_r and by correcting the fuel metering signal formation using an adaption intervention variable f_{ra} based on the said mean value.
8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** mixture adaptation does not take place in stratified operation, but tank venting does.
9. Method according to Claim 8, **characterized in that** the influence of the regeneration gas with active tank venting on the composition of the overall fuel/air ratio is derived from the signal from a lambda sensor, the fuel concentration (= loading) of the regeneration gas is learnt (adapted) therefrom, and the proportion of fuel introduced by way of the tank venting valve is calculated using the following input variables:

- exhaust-gas sensor signal,
- measured intake air quantity,
- quantity of fuel metered in via the injection valves,
- regeneration gas quantity, which can be derived from the actuation duty cycle for the tank venting valve and further boundary conditions.

10. Method according to Claim 9, **characterized in that** the fault suspicion is set if the loading of the regeneration gas of the tank venting is outside a plausible range.
11. Electronic control device for carrying out the method according to Claims 1-10.

Revendications

1. Procédé pour diagnostiquer la formation du mélange dans des moteurs à combustion interne comportant des chambres de combustion et une ventilation de réservoir, selon lequel le diagnostic est couplé à une adaptation de mélange qui fonctionne seulement quand la régulation lambda est active, **caractérisé en ce qu'** une information concernant une erreur de mélange ou de sonde est reconnue à l'extérieur de la régulation lambda active du fait que, lorsque la ventilation du réservoir est active et que l'adaptation du mélange n'est pas active, on suppose qu'il y a une erreur si une mesure concernant l'effet de la ventilation du réservoir sur la composition du mélange, formé en supposant que le système est intact, prend des valeurs invraisemblables, et si ce soupçon existe, on interroge l'adaptation du mélange pour confirmer le cas échéant le soupçon.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moteur à combustion interne est alimenté par injection directe de l'essence dans les chambres de combustion.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'** au moins dans un premier mode de fonctionnement, le moteur à combustion interne est alimenté en répartissant le mélange par strates dans les chambres de combustion (fonctionnement stratifié), et dans un deuxième mode de fonctionnement en répartissant de façon homogène le mélange dans les chambres de combustion (fonctionnement homogène), et une information concernant une erreur de mélange ou de sonde (soupçon d'erreur) est reconnue en fonctionnement stratifié à l'extérieur de la régulation lambda active.

4. Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que
quand une information concernant une erreur de mélange ou de sonde (soupçon d'erreur) est reconnue en fonctionnement stratifié, on passe en fonctionnement homogène pour des raisons de diagnostic afin de confirmer ou d'infirmer le soupçon d'erreur. 5
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
il est utilisé dans un appareil qui commande une installation de ventilation de réservoir (12) ainsi que d'autres fonctions pour que le mélange de carburant et d'air brûle efficacement dans la chambre de combustion, l'installation de ventilation de réservoir (12) étant munie d'une part d'un filtre à charbon actif (15) relié au réservoir, à l'air ambiant et à la tubulure d'aspiration du moteur à combustion interne par l'intermédiaire de conduites ou de raccords correspondants, et d'autre part d'une soupape de ventilation de réservoir (16) placée dans la conduite vers la tubulure d'aspiration. 10 15
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
on forme une valeur pilote r_k destinée à un signal de dosage du carburant pour injecter du carburant dans au moins une des chambres de combustion en fonction d'au moins la vitesse de rotation n et d'un signal m_l concernant la quantité d'air aspirée par le moteur à combustion interne, la quantité de carburant inadaptée à la quantité d'air se reflète alors dans le signal U_s provenant d'une sonde à gaz d'échappement et à partir duquel un régulateur 2.3 forme une grandeur de régulation f_r qui réduit l'inadaptation grâce à une combinaison multiplicative avec la valeur pilote r_k . 20 25 30 35 40
7. Procédé selon la revendication 6,
caractérisé en ce que
une intervention adaptatrice f_{ra} est réalisée sur la formation d'un signal de dosage de carburant en formant une moyenne f_{rm} de la grandeur de régulation f_r et en corrigeant la formation d'un signal de dosage de carburant à l'aide d'une grandeur d'intervention adaptatrice f_{ra} qui repose sur la moyenne en question. 45 50
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
en fonctionnement stratifiés, le mélange n'est pas adapté mais le réservoir est ventilé. 55
9. Procédé selon la revendication 8,
caractérisé en ce que
quand la ventilation du réservoir est active, l'effet du gaz régénérateur sur la composition du rapport carburant total sur air est déduite du signal d'une sonde lambda, à partir de cela on apprend (adapte) la concentration en carburant (la charge) dans le gaz régénérateur et on calcule la proportion de carburant fournie par la soupape de ventilation du réservoir à l'aide des grandeurs d'entrée suivantes :
- le signal de sonde à gaz d'échappement,
 - la quantité mesurée d'air aspiré,
 - la quantité dosée de carburant sur les injecteurs,
 - une quantité de gaz régénérateur qui peut être déduite du taux d'impulsions de commande pour la soupape de ventilation du réservoir et d'autres conditions marginales.
10. Procédé selon la revendication 9,
caractérisé en ce qu'
on soupçonne une erreur quand le chargement du gaz régénérateur dans la ventilation de réservoir se trouve hors d'une plage vraisemblable.
11. Installation électronique de commande, pour exécuter le procédé d'après les revendications 1 à 10.

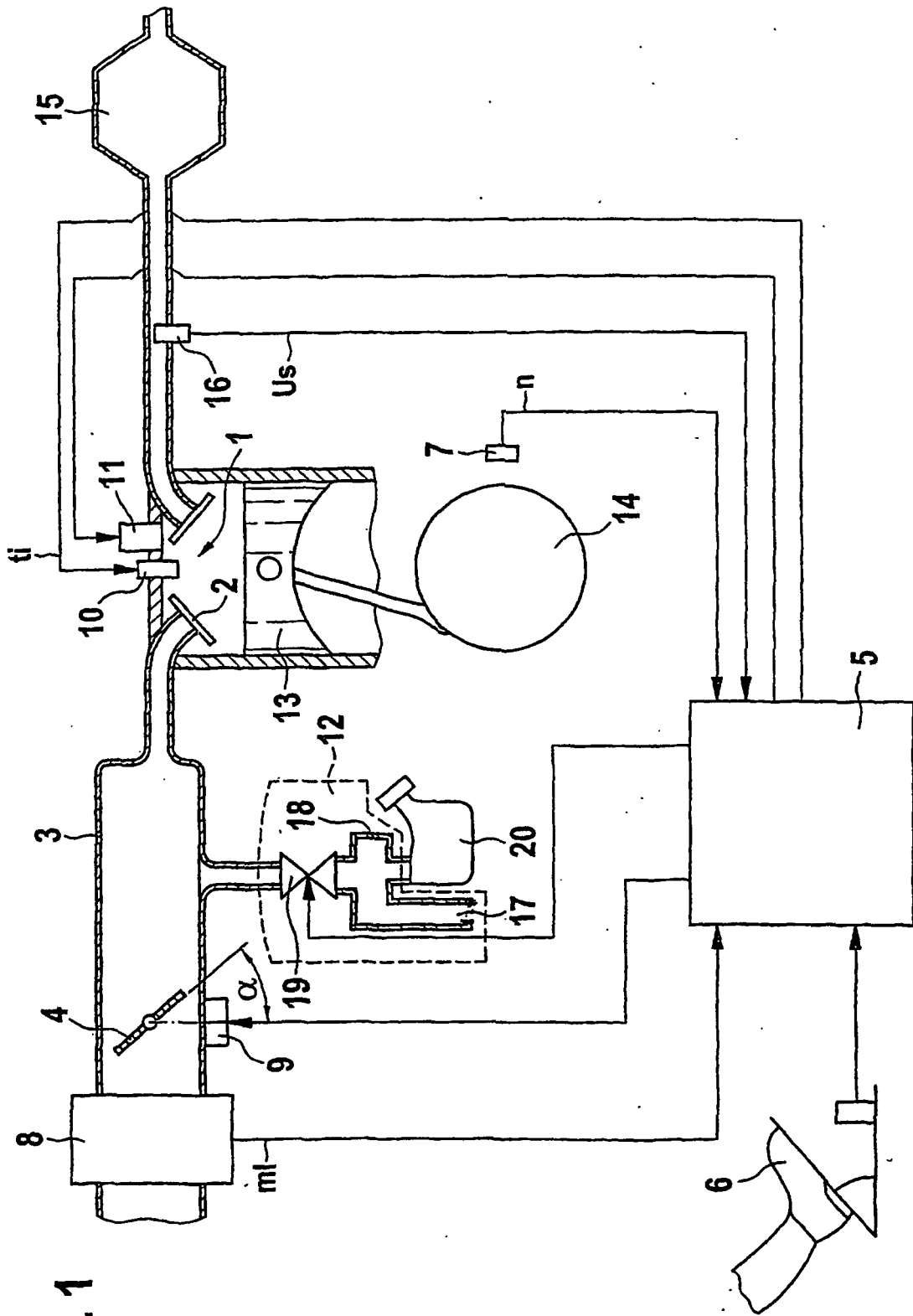


Fig. 1

Fig. 2

