



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 340 898 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.09.2003 Patentblatt 2003/36

(51) Int Cl.7: **F02D 33/02**

(21) Anmeldenummer: **02020201.6**

(22) Anmeldetag: **10.09.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Schenk zu Schweinsberg, Alexander
71701 Schwieberdingen (DE)**

(30) Priorität: **27.02.2002 DE 10208327**

(54) **Verfahren und Motorsteuereinheit zum schadstoffemissionsarmen Magerbetrieb eines Ottomotors**

(57) Bei einem Verfahren und einer Motorsteuereinheit zum Betrieb eines Ottomotors insbesondere eines Kraftfahrzeuges ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein Last/Drehzahlbereich des Ottomotors mit vorzugsweise geringer Last und geringer Drehzahl vorgegeben

wird, dass wenigstens zeitweilig festgestellt wird, ob der Ottomotor in dem vorgegebenen Last-/Drehzahlbereich bei geringer Leistungsabgabe betrieben wird und, falls dies zutrifft, der Ottomotor in einen Magerbetrieb überführt wird.

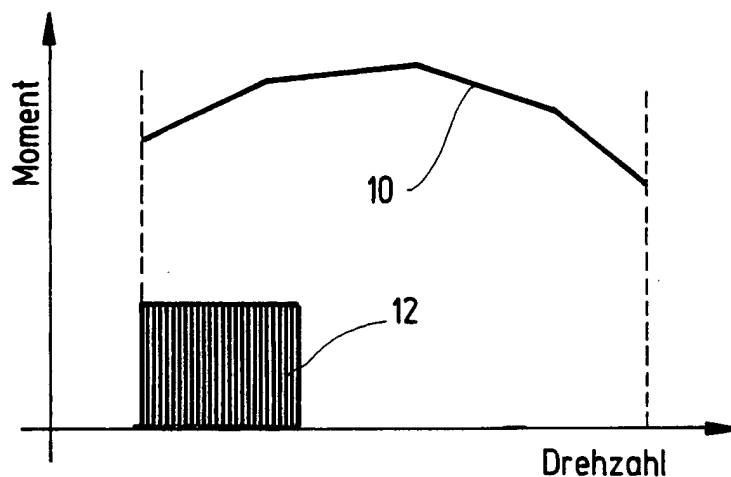


Fig.1

EP 1 340 898 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Motorsteuereinheit zum schadstoffemissionsarmen Betrieb eines Ottomotors insbesondere eines Kraftfahrzeuges gemäß den Oberbegriffen der jeweiligen unabhängigen Ansprüche.

[0002] Eine Lambdaregelung, in Verbindung mit einem Mehrwege-Katalysator, ist heute das wirksamste Abgasreinigungsverfahren für den Ottomotor. Im Zusammenspiel mit verfügbaren Zünd- und Einspritzsystemen können sehr niedrige Abgaswerte erreicht werden. In den meisten Ländern schreiben die Gesetzgeber sogar Grenzwerte für das Motorabgas vor.

[0003] Besonders wirkungsvoll ist der Einsatz eines Dreiwegeoder Selektiv-Katalysators. Dieser Katalysatortyp hat die Eigenschaft, Kohlenwasserstoffe (CH_x), Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (NO_x) bis zu mehr als 98% abzubauen, falls der Motor in einem Bereich von etwa 1% um das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis mit $\lambda = 1$ betrieben wird. Dabei gibt λ an, wie weit das tatsächliche vorhandene Luft-Kraftstoff-Gemisch von dem Wert $\lambda = 1$ abweicht, der einem zur vollständigen Verbrennung theoretisch notwendigen Massenverhältnis von 14,7 kg Luft zu 1 kg Benzin entspricht, d.h. λ ist der Quotient aus zugeführter Luftmasse und theoretischem Luftbedarf.

[0004] Bei der Lambdaregelung wird grundsätzlich das jeweilige Abgas gemessen und die zugeführte Kraftstoffmenge entsprechend dem Messergebnis bspw. mittels des Einspritzsystems sofort korrigiert. Als Messfühler kommen entweder sogenannte Lambda-Sprungsonden (Zweipunktsonden) zum Einsatz, die exakt bei $\lambda = 1$ einen Spannungssprung aufweisen und so ein Signal liefern, das anzeigt, ob das Gemisch fetter oder magerer als $\lambda = 1$ ist. Daneben finden auch kontinuierlich arbeitende Lambdasonden Einsatz, welche ein stetiges Lambdasignal um $\lambda = 1$ bereitstellen, das wie im Falle der Lambda-Sprungsonden anzeigt, ob das Gemisch fetter oder magerer als $\lambda = 1$ ist.

[0005] Die Wirkung dieser Lambdasonden beruht in an sich bekannter Weise auf dem Prinzip einer galvanischen Sauerstoff-Konzentrationszelle mit einem Festkörperelektrolyten.

[0006] Es ist weiterhin bekannt, Ottomotoren zur Minimierung des Kraftstoffverbrauchs im Magerbetrieb, d. h. in einem Verbrennungsbereich λ größer 1, zu betreiben. Die Verbrauchsreduzierung ergibt sich dabei sowohl beim Saugrohrbetrieb mit in der Motorbrennkammer homogener Verbrennung als auch bei dem ausschließlich bei direkteinspritzenden Motoren bekannten Schichtbetrieb. So beträgt λ etwa 1,4 - 1,6 beim Homogenbetrieb und etwa 2 beim Schichtbetrieb. Es ist zudem anzumerken, dass sowohl Saugrohrmotoren als auch Direkteinspritzer grundsätzlich homogen mager betrieben werden können.

[0007] Auch hinsichtlich der Schadstoff-Rohemission

einschließlich der NO_x-Emission stellt sich der Magerbetrieb günstiger dar als der vorgenannte stöchiometrische Betrieb bei $\lambda = 1$. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass λ größer ca. 1,2 ist und die Magerlaufgrenze des Ottomotors noch nicht erreicht ist. Der Magerbetrieb besitzt demnach prinzipiell Vorteile bei den Rohemissionswerten eines Ottomotors. Jedoch führt die bei Dreiwege-Katalysatoren nicht hinreichende NO_x-Abgasnachbehandlung dazu, dass die Endemissionen schlechter sind als beim $\lambda=1$ -Konzept.

[0008] Im Stand der Technik ist daher bereits bekannt, NO_x-Emissionen im Magerbetrieb mittels einer technisch aufwändigen Abgasnachbehandlung, und zwar unter Verwendung eines zusätzlichen, diskontinuierlich arbeitenden NO_x-Speicherkatalysators, zu verringern. Dieser Katalysatortyp kann während des Magerbetriebs eine gewisse NO_x-Masse in Form von Nitratverbindungen zwischenspeichern und muss daher regelmäßig durch einen Fettbetrieb des Motors regeneriert werden, was allerdings den Vorteil verringerten Kraftstoffverbrauchs nahezu wieder aufheben kann. Ob sich der Verbrauchsvorteil tatsächlich wieder aufhebt oder nicht, hängt dabei vom jeweiligen Betriebspunkt des Ottomotors und im Besonderen von der im NO_x-Speicherkatalysator vorliegenden Temperatur ab.

[0009] Der zusätzlich erforderliche Katalysator bedingt ferner erhöhte Abgasnachbehandlungskosten, nicht zuletzt aufgrund des Einsatzes kostspieliger Edelmetalle bei den genannten zusätzlich eingesetzten NO_x-Speicherkatalysatoren.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem vorgenannten Stand der Technik verbessertes Verfahren zum Betrieb eines Ottomotors anzugeben.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, den Magerbetrieb eines Ottomotors auf einen bestimmten Betriebsbereich (d.h. Last-/Drehzahlbereich) des Motors zu beschränken und den Motor ansonsten mit der Luftzahl $\lambda = 1$ zu betreiben. Der eingeschränkte Betriebsbereich umfasst dabei bevorzugt Drehzahlen im Bereich von der Leerlaufdrehzahl bis hin zu 2000 1/min. sowie effektiven Mitteldrücken bis zu 1 bar.

[0013] Bei der Erfindung liegt der technische Effekt zugrunde, dass in diesem eingeschränkten Drehzahl-/Lastbereich die Gesamtemission, die in den vorgeschriebenen Testzyklen erzeugt wird, aufgrund der an sich bereits relativ geringen Massenströme nur unwesentlich erhöht ist.

[0014] Mit der Erfindung kann insbesondere auf die Abgasnachbehandlung mittels eines eingangs erwähnten NO_x-Speicherkatalysators gänzlich verzichtet werden. Zudem entfallen die aufwändigen Regel- und Steuerungsfunktionen zur eingangs erwähnten Regenerierung des NO_x-Speicherkatalysators. Die Vorteile des Magerbetriebs an sich haben allerdings weiterhin

Bestand. Bei den aufgrund des Magerbetriebs an sich bereits verringerten CH_x- und CO-Emissionen werden die NO_x-Emissionen im genannten Arbeitsbereich nur unwesentlich erhöht.

[0015] Bei Ottomotoren geringeren Hubraums hat das erfindungsgemäß vorgeschlagene Motorbetriebsverfahren den zusätzlichen Vorteil, dass ein schnellerer Momentenaufbau aus dem genannten Niedriglastbereich heraus sowie ein zusätzlicher Verbrauchsvorteil erzielt werden. Es ist allerdings anzumerken, dass die genannten Vorteile prinzipiell auch bei großvolumigen Motoren zum Tragen kommen. Allerdings wird dies für den Fahrer des jeweiligen Kraftfahrzeuges nicht in dem Maße spürbar sein wie bei kleinvolumigen Motoren.

[0016] Ferner ermöglicht das vorgeschlagene Betriebsverfahren eine insbesondere bei Motoren geringen Hubraums verstärkt auftretende Absenkung der Leerlaufdrehzahl und damit eine weitere Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs.

[0017] In einer Ausgestaltung der Erfindung wird die Magerlauffähigkeit des Ottomotors mittels geeignet veränderter Ladungsbewegung an den jeweils geänderten Last- und Drehzahlbereich angepasst. Bevorzugt erfolgt diese Anpassung mittels einer ansteuerbaren Ladungsbewegungsklappe oder mittels einer Kanalabschaltung. Mittels der Ladungsbewegungsklappe oder der Kanalabschaltung kann die Gemischbewegung in dem Brennraum des Motors verbessert werden. Damit wird auch bei mageren Gemischen ein sicheres und schnelles Entzünden und Durchbrennen des Gemisches im Brennraum erreicht.

[0018] Hier liegt ferner die Erkenntnis zugrunde, dass erst bei Lambda größer 1,2 die NO_x-Rohemissionen deutlich absinken, so dass deren Einfluss auf die Gesamtemission dann zu vernachlässigen ist. Dies ist insofern von Bedeutung, als ein Dreiwegekatalysator im Magerbetrieb grundsätzlich keine NO_x-Umwandlung durchführen kann.

[0019] Gemäß weiterer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass beim Verlassen des Magerbetriebsbereichs möglichst schnell auf das stöchiometrische Verhältnis Lambda = 1 umgeschaltet wird, um den Arbeitsbereich mit hohen NO_x-Emissionen gänzlich zu vermeiden bzw. zu umgehen. Zudem bietet diese Vorgehensweise den weiteren Vorteil eines schnellen Momentenaufbaus, bspw. im Falle einer Beschleunigung aus dem Magerbetriebsbereich heraus.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels, aus dem sich weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben, im Detail erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung einen Last/Drehzahlbereich, in dem ein Ottomotor erfindungsgemäß mager betrieben wird, und

Fig. 2 zeitliche Verläufe der Luftzahl Lambda und des Motor-Drehmoments bei sprunghafter Er-

höhung der Momentenanforderung beim Betrieb eines Ottomotors gemäß der Erfindung.

[0021] Anhand des in der Fig. 1 schematisch dargestellten Motorkennfeldes (Moment über Drehzahl) soll zunächst das erfindungsgemäße Verfahren anhand des Betriebs eines Ottomotors verdeutlicht werden. Die durchgezogene Linie 10 stellt einen typischen Verlauf des maximalen Moments in Abhängigkeit von der Drehzahl eines herkömmlich betriebenen Motors dar. Der gemäß der Erfindung betriebene Motor wird in dem grau schattiert dargestellten Kennfeld- (Betriebs-)bereich 12 geringer Last und Drehzahl mager (Lambda größer 1) betrieben; ansonsten wird der Motor bei Lambda = 1 betrieben.

[0022] Dieser eingeschränkte Betriebsbereich umfasst bevorzugt effektive Mitteldrucke bis zu 1 bar und Drehzahlen bis zu 2000 1/min.

[0023] Die Erfindung kann prinzipiell bei Saugrohr- und Direkteinspritzern mit konventioneller Abgasnachbehandlung mittel Dreiwege-Katalysator Anwendung finden. Im Gegensatz zu anderen Magerbetriebskonzepten wird gemäß Fig. 1 nur derjenige Betriebsbereich mager gefahren, in dem die Roh-Abgasmassenströme an sich bereits sehr gering sind. Das ist bei relativ geringer Motorleistung der Fall.

[0024] In der Fig. 2 sind der Momentenverlauf (oberes Diagramm) und die Luftzahl Lambda (unteres Diagramm) in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt, und zwar bei einem plötzlichen Anstieg der Momentenanforderung bei $t = t_1$. Gepunktet dargestellt sind dabei die zeitlichen Verläufe für ein gemäß dem Stand der Technik stöchiometrisch abgestimmtes (Lambda $\approx$ 1) und durchgezogen dargestellt für ein gemäß der Erfindung mager betriebenes Motormanagementsystem.

[0025] Der langsamere Anstieg resultiert aus der Saugrohrdynamik. Beim Start aus dem Magerbetrieb wird durch das schlagartige Umschalten auf Lambda = 1 das Moment spontan erhöht.

[0026] Schließlich ist anzumerken, dass die Erfindung bevorzugt bei Ottomotoren mit einer Lambdae-Regelung anwendbar ist, jedoch eine Lambdae-Regelung nicht zwingend erforderlich ist. So ist die Erfindung auch bei einer einfachen Lambda-Vorsteuerung vorteilhaft einsetzbar, obgleich dabei im Lambda=1-Bereich die Emissionen höher ausfallen. Vor allem der vorbeschriebene Magerbetrieb ist durchaus auch ohne Lambda-Regelung durchführbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Ottomotors insbesondere eines Kraftfahrzeuges, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Last-/Drehzahlbereich des Ottomotors mit vorzugsweise geringer Last und geringer Drehzahl vorgegeben wird, dass wenigstens zeitweilig festgestellt wird, ob der Ottomotor in dem

vorgegebenen Last-/Drehzahlbereich bei geringer Leistungsabgabe betrieben wird und, falls dies zutrifft, der Ottomotor in einen Magerbetrieb überführt wird.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgegebene Last-/Drehzahlbereich einen Lastbereich von bis zu 1 bar und einen Drehzahlbereich von bis zu 2000 1/min. umfasst. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Magerlauffähigkeit des Ottomotors mittels veränderter Ladungsbewegung in dem vorgegebenen Last-/Drehzahlbereich erhöht wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Magerlauffähigkeit des Ottomotors mittels einer ansteuerbaren Ladungsbewegungsklappe, mittels Kanalabschaltung, oder dergleichen verändert wird. 20
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verlassen des Magerbetriebsbereichs erfasst wird und in diesem Falle möglichst schnell auf das stöchiometrische Verhältnis $\Lambda = 1$ umgeschaltet wird. 25
6. Motorsteuereinheit zum Betrieb eines Ottomotors insbesondere eines Kraftfahrzeuges gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Sensorik zur Feststellung, ob der Ottomotor in dem vorgegebenen Last/Drehzahlbereich betrieben wird sowie mit der Sensorik zusammenarbeitende Mittel zur Umstellung des Betriebs des Ottomotors in einen Magerbetriebsbereich, in Abhängigkeit von dem von der Sensorik gelieferten Ergebnis. 30
35
40
7. Motorsteuereinheit nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** Steuermittel zur Ansteuerung einer Ladungsbewegungsklappe oder zur Durchführung einer Kanalabschaltung zur Erhöhung der Magerlauffähigkeit des Ottomotors in dem vorgegebenen Last/Drehzahlbereich. 45
8. Motorsteuereinheit nach Anspruch 6 oder 7, **gekennzeichnet durch** Mittel zur Erfassung des Verlassens des Magerbetriebsbereichs und zur schnellen Umschaltung auf einen Betriebsmodus mit stöchiometrische Verhältnis $\Lambda = 1$ bei erfasstem Verlassen des Magerbetriebsbereichs. 50
55

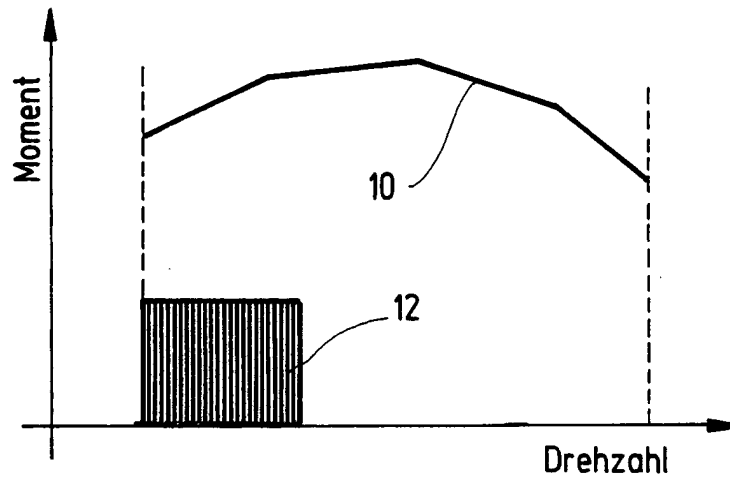


Fig.1

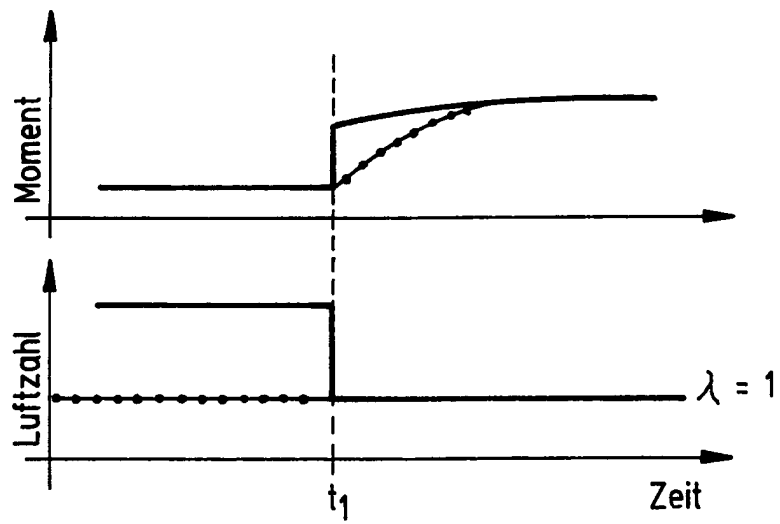


Fig.2