



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.08.2001 Patentblatt 2001/32

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14**

(21) Anmeldenummer: **01100840.6**

(22) Anmeldetag: **15.01.2001**

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

(71) Anmelder: **Delphi Technologies, Inc.**
Troy, MI 48007 (US)

(72) Erfinder: **Arkenbosch, Herald F.**
54680 Errouville (FR)

(30) Priorität: **02.02.2000 DE 10004416**

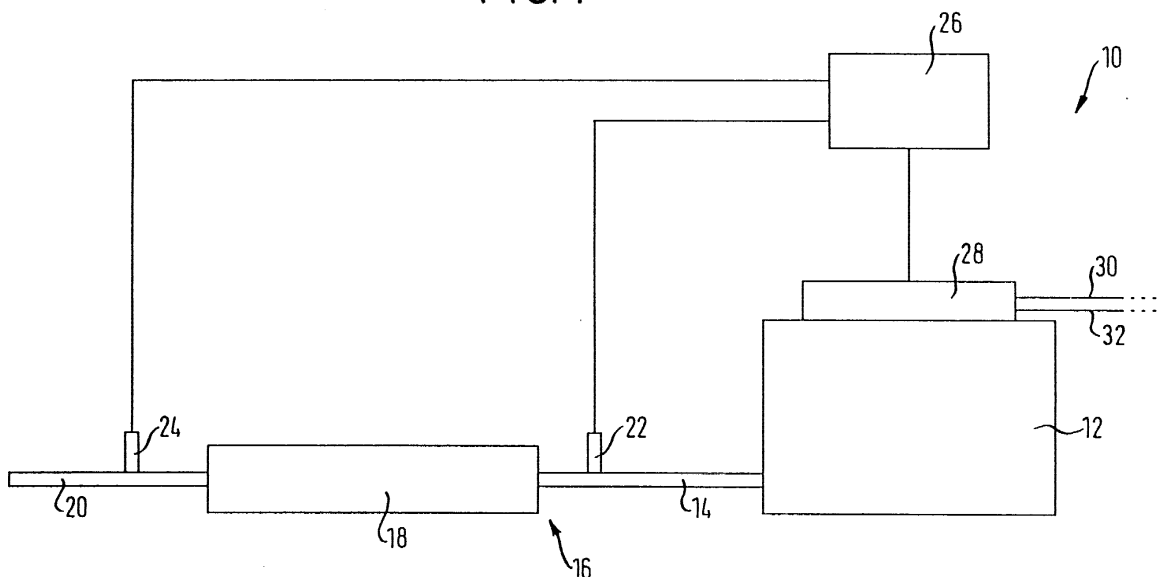
(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner**
Postfach 22 16 11
80506 München (DE)

(54) **Verfahren zum Einstellen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem Verbrennungsmotor**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem Verbrennungsmotor, dessen Abgase einem Katalysator zugeführt werden. Bei dem Verfahren erfaßt eine Motorsteuerung das Signal eines in Strömungsrichtung des Abgases gesehen vor dem Katalysator angeordneten ersten Abgassensors und das Signal eines in Strömungsrichtung gesehenen nach dem Katalysator angeordneten zweiten Abgassensors. Während eines Closed-Loop-Betriebes des Verbrennungsmotors stellt die Motorsteuerung, basierend auf dem Signal des ersten Abgassensors, das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des dem

Verbrennungsmotor zugeführten Gemisches ein, wobei das eingestellte Luft-Kraftstoff-Verhältnis bei Abweichung von einem stöchiometrischen Massenverhältnis auf Grundlage des Signals des zweiten Abgassensors auf das stöchiometrische Massenverhältnis nachgeregelt wird. Bei einem Betrieb des Verbrennungsmotors in einem Open-Loop-Betriebsmodus, bei dem die Motorsteuerung auch ein vom stöchiometrischen Massenverhältnis abweichendes Einstellen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses vornimmt, wird während eines nachfolgenden Closed-Loop-Betriebes des Verbrennungsmotors die Nachregelung mit Hilfe des Signals des zweiten Abgassensors zeitweise deaktiviert.

FIG. 1



Beschreibung

5 [0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem Verbrennungsmotor, dessen Abgase einem Katalysator zugeführt werden, wobei bei dem Verfahren von einer Motorsteuerung das Signal eines in Strömungsrichtung des Abgases gesehen vor dem Katalysator angeordneten ersten Abgassensors und das Signal eines in Strömungsrichtung gesehen nach dem Katalysator angeordneten zweiten Abgassensors erfaßt wird, die Motorsteuerung während eines Closed-Loop-Betriebsmodus des Verbrennungsmotors basierend auf dem Signal des ersten Abgassensors das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des dem Verbrennungsmotor zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemisches auf ein vorgegebenes Luft-Kraftstoff-Verhältnis einstellt, und die Motorsteuerung bei einer Abweichung des eingestellten Luft-Kraftstoff-Verhältnisses von einem stöchiometrischen Massenverhältnis das Signal des zweiten Abgassensors zur Nachregelung des eingestellten Luft-Kraftstoff-Verhältnisses auf das stöchiometrische Massenverhältnis verwendet.

10 [0002] Durch den Einsatz geregelter Katalysatoren bei Verbrennungsmotoren können mit den heute verfügbaren Zünd- und Einspritzsystemen sehr niedrige Abgaswerte erreicht werden. So hat der Katalysator unter anderem die Eigenschaft, Kohlenwasserstoffe (HC), Kohlenmonoxide (CO) und Stickoxide (NO_x) bis zu mehr als 90% abzubauen, falls der Verbrennungsmotor in einem sehr engen Streubereich um das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis betrieben wird, bei dem das Luftverhältnis $\lambda = 1$ ist, Das Luftverhältnis λ ist dabei als Verhältnis aus zugeführter Luftmasse bezogen auf den theoretischen Luftbedarf definiert.

20 [0003] Mit Hilfe des eingangs genannten Verfahrens kann während des Closed-Loop-Betriebsmodus des Verbrennungsmotors, bei dem das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemisches basierend auf dem Signal des ersten Abgassensors eingestellt wird, bei Abweichung dieses eingestellten Luft-Kraftstoff-Verhältnisses von dem zuvor beschriebenen stöchiometrischen Massenverhältnis das Signal des zweiten Abgassensors verwendet werden, um das eingestellte Luft-Kraftstoff-Verhältnis auf das stöchiometrische Massenverhältnis nachzuregeln.

25 [0004] Beim sogenannten Open-Loop-Betriebsmodus des Verbrennungsmotors, bei dem die Motorsteuerung auch eine vom stöchiometrischen Massenverhältnis abweichende Einstellung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses zuläßt, beispielsweise während einer Bergabfahrt des Kraftfahrzeuges oder während der Drosselung der Kraftstoffzufuhr bei fahrendem Kraftfahrzeug, ist es erwünscht, daß das eingestellte Luft-Kraftstoff-Verhältnis vom stöchiometrischen Massenverhältnis abweicht, damit der Verbrennungsmotor das Fahrzeug bremst. Damit die Leistung des Katalysators trotz des nicht auf das stöchiometrische Massenverhältnis eingestellten Luft-Kraftstoff-Gemisches eine ausreichend hohe Umsatzrate besitzt, weist der Katalysator eine entsprechend große Oberfläche auf, damit die Abgase in ausreichendem Maß oxidiert bzw. reduziert werden können.

30 [0005] Bei längerem Betrieb des Verbrennungsmotors im Open-Loop-Betriebsmodus besteht jedoch das Problem, daß es beispielsweise bei Verbrennung eines mageren Luft-Kraftstoff-Gemisches, bei dem die dem Motor zugeführte Luftmenge über der stöchiometrisch erforderlichen Luftmenge liegt, zu einer Anreicherung von Sauerstoff im Katalysator kommt, an dessen katalytisch wirksamer Oberfläche sich die Sauerstoffmoleküle ablagern. Durch die Anreicherung des Sauerstoffs im Katalysator ist zwar einerseits die Oxidation der Kohlenmonoxide in Kohlendioxid und die Oxidation der Kohlenwasserstoffe in Kohlendioxid und Wasser verbessert, andererseits ist jedoch eine Reduzierung der Stickoxide nur mehr in vermindertem Maß möglich, da der in den Stickoxiden gebundene Sauerstoff nicht mehr an den Katalysator abgegeben werden kann. Als Folge können während eines einem Open-Loop-Betriebes des Verbrennungsmotors folgenden Closed-Loop-Betriebes die Abgase nur durch Verwendung eines entsprechend groß dimensionierten Katalysators in ausreichendem Maß katalysiert werden.

35 [0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Einstellen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem Verbrennungsmotor anzugeben, durch das nach einem Betrieb des Verbrennungsmotors im Open-Loop-Betriebsmodus der Katalysator während des nachfolgenden Betriebes des Verbrennungsmotors im Closed-Loop-Betriebsmodus in verglichen bei dem Einsatz herkömmlicher Verfahren kürzerer Zeit eine ausreichend hohe Umsatzrate aufweist.

40 [0007] Die Erfindung löst die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 1, und insbesondere dadurch, daß nach einem Betrieb des Verbrennungsmotors in einem Open-Loop-Betriebsmodus, bei dem die Motorsteuerung auch ein vom stöchiometrischen Massenverhältnis abweichendes Einstellen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses vornimmt, während eines nachfolgenden Betriebes des Verbrennungsmotors im Closed-Loop-Betriebsmodus die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses mit Hilfe des Signals des zweiten Abgassensors zeitweise deaktiviert werden kann.

45 [0008] Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens wird erreicht, daß unmittelbar nach dem Wechseln des Betriebes des Verbrennungsmotors vom Open-Loop-Betriebsmodus in den Closed-Loop-Betriebsmodus die Motorsteuerung das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des dem Verbrennungsmotor zuzuführenden Gemisches zeitweise nur auf Grundlage des Signals des ersten Abgassensors einstellt. Folglich wird bei abgeschalteter Nachregelung nur die Zusammensetzung des nicht-katalysierten Abgases vor dem Katalysator für die Bestimmung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Gemisches herangezogen, das dem Verbrennungsmotor zugeführt wird, während die Zusammensetzung des katalysierten Abgases bei der Einstellung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses unberücksichtigt bleibt. Auf diese Weise

wird vermieden, daß basierend auf eventuell im Katalysator gespeicherten, teilweise katalysierten Zwischenprodukten, wie beispielsweise nach einem Open-Loop-Betrieb des Verbrennungsmotors mit magerem Luft-Kraftstoff-Gemisch im Katalysator gespeicherter Sauerstoff, die vom durch den Katalysator strömenden Abgas mitgerissen werden, der zweite Abgassensor eine Abgaszusammensetzung erfaßt, die nicht den tatsächlichen Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors entspricht. Anderenfalls würde das von der Motorsteuerung einzustellende Luft-Kraftstoff-Verhältnis des dem Verbrennungsmotor zuzuführenden Gemisches auf Grundlage verfälschter Abgaszusammensetzungen bestimmt, die wiederum zu einer ungünstigen Einstellung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses führen würde. Nachdem die Nachregelung zeitweise deaktiviert war, um die im Katalysator gespeicherten Zwischenprodukte zumindest teilweise abzuführen, wird die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses erneut aktiviert, damit die für einen optimalen Betrieb des Verbrennungsmotors und eine möglichst hohe Umsatzrate des Katalysators erforderliche Einstellung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Gemisches wieder möglich wird.

[0009] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung sowie den Unteransprüchen.

[0010] So ist es insbesondere von Vorteil, die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses während des Closed-Loop-Betriebsmodus zeitweise zu deaktivieren, wenn der Verbrennungsmotor während des zuvor erfolgten Open-Loop-Betriebsmodus mit einem mageren Luft-Kraftstoff-Gemisch betrieben wurde, bei dem die zugeführte Luftmenge des Gemisches über der stöchiometrisch erforderlichen Luftmenge lag. Gerade bei der Verbrennung eines mageren Luft-Kraftstoff-Gemisches im Verbrennungsmotor entstehen im Abgas Sauerstoffmoleküle, die sich an der katalytisch wirksamen Schicht des Katalysators ablagern und insbesondere eine Reduktion der Stickoxide in den Abgasen verhindern, während gleichzeitig die Kohlenmonoxide und Kohlenwasserstoffe durch den hohen Sauerstoffgehalt des im Katalysator befindlichen Abgases oxidiert werden. So wurden Versuchsreihen nach den Vorschriften der europäischen MVEG (Motor Vehicle Emission Group) durchgeführt, die als MVEG-B-Test bekannt sind, in denen ermittelt wurde, daß nach einem Betrieb des Verbrennungsmotors im Open-Loop-Betrieb die Stickoxide während des Closed-Loop-Betriebes des Verbrennungsmotors unmittelbar nach dem Open-Loop-Betrieb nur zu etwa 83% umgesetzt werden konnten, während üblicherweise eine Umsatzrate des Katalysators bei Stickoxiden von annähernd 97% erreicht wird. Durch das zeitweise Abschalten der Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses wird erreicht, daß der im Abgas enthaltene hohe Sauerstoffgehalt bei der Einstellung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des dem Verbrennungsmotor zugeführten Gemisches nicht berücksichtigt wird und die Umsatzrate des Katalysators entsprechend zunimmt, da die Motorsteuerung mit Hilfe des Signals des ersten Abgassensors ein zumindest an das stöchiometrische Verhältnis angenähertes Gemisch einstellt. Insbesondere bei dieser zuvor beschriebenen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses nur dann zu deaktivieren, wenn das vom zweiten Abgassensor an die Motorsteuerung abgegebene Signal einen Wert annimmt, der unter einem vorgegebenen minimalen Schwellenwert liegt. Auf diese Weise wird erreicht, daß wenn der Verbrennungsmotor nur über einen kurzen Zeitraum im Open-Loop-Betriebsmodus gefahren wurde, bei dem sich eine vernachlässigbar kleine Menge an Zwischenprodukten im Katalysator angesammelt hat, die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses dennoch vorgenommen wird.

[0011] Des weiteren wird bei diesem Verfahren vorgeschlagen, nur innerhalb eines vorgegebenen ersten Zeitraums zu überprüfen, ob der Wert des vom zweiten Abgassensor abgegebenen Signals unter dem vorgegebenen minimalen Schwellenwert liegt. Da das Abgas eine beispielsweise von der Motordrehzahl abhängige Zeit benötigt, um vom Verbrennungsmotor durch den Katalysator bis zum zweiten Abgassensor zu gelangen, wird auf diese Weise sichergestellt, daß bei der Beurteilung, ob die Nachregelung abgeschaltet werden soll, auch tatsächlich die Zusammensetzung des Abgases ermittelt wird, das unmittelbar vor dem Umschalten von dem Open-Loop-Betrieb des Verbrennungsmotors in den Closed-Loop-Betrieb in die Zylinder des Verbrennungsmotors eingeströmt ist. Der vorgegebene erste Zeitraum wird hierzu als fester Wert vorgegeben, der beispielsweise einem Zeitraum entspricht, den das Abgas bei Betrieb des Verbrennungsmotors im Leerlauf benötigt, um vom Verbrennungsmotor durch den Katalysator zum zweiten Abgassensor zu gelangen.

[0012] Damit sichergestellt wird, daß die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses nur so kurz wie möglich deaktiviert ist, wird vorgeschlagen die Nachregelung dann wieder aufzunehmen, wenn das vom zweiten Abgassensor an die Motorsteuerung abgegebene Signal einen vorgegebenen maximalen Schwellenwert überschreitet. Dabei ist es ferner von Vorteil, wenn, nachdem das vom zweiten Abgassensor an die Motorsteuerung abgegebene Signal den vorgegebenen maximalen Schwellenwert überschritten hat, die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses nach Ablauf einer vorgegebenen zweiten Zeitdauer wieder aufzunehmen, damit ein sanfter Übergang beim nachfolgenden Aktivieren der Nachregelung ermöglicht werden kann.

[0013] Bei einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens definiert die Motorsteuerung zur Beurteilung, ob das Luft-Kraftstoff-Gemisch mit Luft oder Kraftstoff angereichert werden muß, einen aktuellen Schalterpunkt, bei dessen Überschreiten durch den Wert des Signals des ersten Abgassensors das Gemisch mit Luft und bei dessen Unterschreiten das Gemisch mit Kraftstoff angereichert wird. Auf diese Weise arbeitet der erste Abgassensor quasi als digitaler Sensor mit einem festen Schalterpunkt, wodurch eine besonders schnell ansprechende Regelung des Luft-

Kraftstoff-Verhältnisses im Gemisch möglich ist.

[0014] Bei dieser Weiterbildung des Verfahrens ist es besonders von Vorteil, den aktuellen Schaltpunkt von der Motorsteuerung auf einen vorgegebenen Schaltpunkt einzustellen, sobald die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses deaktiviert wird. Der vorgegebene Schaltpunkt ist dabei so gewählt, daß dem Verbrennungsmotor ein mageres Luft-Kraftstoff-Gemisch bzw. ein fettes Luft-Kraftstoff-Gemisch, bei dem die zugeführte Kraftstoffmenge über der stöchiometrisch erforderlichen Kraftstoffmenge liegt, zugeführt wird, damit das aus dem Verbrennungsmotor geförderte Abgas den Katalysator von den in ihm gespeicherten Zwischenprodukten reinigt bzw. diese Zwischenprodukte kompensiert.

[0015] Als Abgassensoren werden vorzugsweise Lambdasonden verwendet, an denen in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt des Abgases jeweils eine Spannung anliegt, die von der Motorsteuerung zum Bestimmen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses abgegriffen wird, da Lambdasonden ein quasi digitales Verhalten zeigen, welches für die Bestimmung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses durch die Motorsteuerung besonders geeignet ist.

[0016] Bei Verwendung von Lambdasonden wird der aktuelle Schaltpunkt, bei dessen Überschreiten das Gemisch mit Luft bzw. bei dessen Unterschreiten das Gemisch mit Kraftstoff angereichert wird, durch einen Spannungswert definiert, der von der Motorsteuerung mit der abgegriffenen Spannung der ersten Lambdasonde verglichen wird.

[0017] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anordnung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren einen Verbrennungsmotor regelt,

Fig. 2 ein Diagramm, in dem die Spannungskennlinie einer Lambdasonde bezogen auf das Luftverhältnis λ dargestellt ist,

Fig. 3 ein Diagramm, in dem die Sondenspannung der Lambdasonde bezogen auf die Zeit dargestellt ist,

Fig. 4 ein Diagramm, in dem die Verläufe der Sondenspannungen der beiden Lambdasonden bezogen auf die Zeit mit und ohne Deaktivierung der Nachregelung gezeigt sind, und

Fig. 5 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0018] In Fig. 1 ist in schematischer Darstellung eine Anordnung 10 zum Regeln und Steuern eines Verbrennungsmotors 12 eines nicht dargestellten Kraftfahrzeuges gezeigt. Der Auslaß des Verbrennungsmotors 12 steht mit einem Vorschalldämpfer 14, einer Abgasanlage 16 in Strömungsverbindung. Der Vorschalldämpfer 14 ist seinerseits mit einem Katalysator 18 verbunden, der in einen Mittelschalldämpfer 20 übergeht. An den Mittelschalldämpfer 20 schließt sich ein nicht dargestellter Nachschalldämpfer der Abgasanlage 16 an. In Strömungsrichtung des Abgases gesehen vor dem Katalysator 18 ist nahe diesem in dem Verbindungsrohr des Vorschalldämpfers 14 zum Katalysator 18 eine erste Lambdasonde 22 angeordnet, die mit ihrem Sondenkopf in das Verbindungsrohr ragt. In Strömungsrichtung des Abgases gesehen nach dem Katalysator 18 ist eine zweite Lambdasonde 24 positioniert, die mit ihrem Sondenabschnitt in das Verbindungsrohr des Katalysators 18 zum Mittelschalldämpfer 20 ragt.

[0019] Die beiden Lambdasonden 22 und 24 sind elektrisch leitend mit einer Motorsteuerung 26 verbunden, die ihrerseits mit einer Einspritzanlage 28 des Verbrennungsmotors 12 elektrisch leitend verbunden ist. Der Einspritzanlage 28 wird durch eine Kraftstoffleitung 30 Kraftstoff und durch einen Ansaugstutzen 32 Luft zugeführt. Die Einspritzanlage 28 erzeugt, geregelt durch die Motorsteuerung 26, ein entsprechend den Vorgaben der Motorsteuerung 26 eingestelltes Luft-Kraftstoff-Gemisch, das in die einzelnen Zylinder des Verbrennungsmotors 12 in bekannter Weise eingespritzt wird.

[0020] Während des Betriebes des Verbrennungsmotors 12 erfassen die beiden Lambdasonden 22 und 24 den Sauerstoffgehalt des Abgases in Strömungsrichtung gesehen vor bzw. nach dem Katalysator 18. Die Arbeitsweise der beiden identisch ausgebildeten Lambdasonden 22 und 24 wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 2 näher erläutert. Die beiden Lambdasonden 22 und 24 arbeiten nach dem Prinzip einer galvanischen Sauerstoff-Konzentrationszelle, wobei die Sauerstoffkonzentration im Abgas mit der Sauerstoffkonzentration der Umgebungsluft verglichen wird. Unterscheidet sich die Sauerstoffkonzentration des Abgases von der Sauerstoffkonzentration der Luft, liegt an der Lambdasonde 22 bzw. 24 eine dem Konzentrationsunterschied entsprechende Spannung U_1 bzw. U_2 an. Die beiden Lambdasonden 22 und 24 sind so ausgebildet, daß sie den in Fig. 2 gezeigten Kennlinienverlauf der Sondenspannung U_1 bzw. U_2 bezogen auf das Luftverhältnis λ zeigen.

[0021] Wie Fig. 2 zeigt, liegt die Sondenspannung U_1 bzw. U_2 bei etwa 950 mV, wenn das Luftverhältnis $\lambda < 0,9$ ist. Bei einem Luftverhältnis λ von einem Wert um den Betrag 1 zeigt die Kennlinie einen annähernd parallelen Verlauf zur Hochwertachse, d. h. daß bereits kleinste Änderungen des Luftverhältnisses λ zu großen Spannungsänderungen führen. Mit weiter zunehmendem Luftverhältnis λ nimmt die Steigung der Kennlinie wieder ab, bis der in Fig. 2 rechts

dargestellte Zweig ab $\lambda > 1,1$ annähernd parallel zur Rechtswertachse verläuft. Mit anderen Worten liegt an der Lambdasonde 22 bzw. 24 eine hohe SONDENSspannung U_1 bzw. U_2 an, wenn das im Verbrennungsmotor 12 verbrannte Luft-Kraftstoff-Gemisch vor der Verbrennung eine über der stöchiometrisch erforderlichen Kraftstoffmenge liegende Kraftstoffmenge aufwies, so daß das Luftverhältnis $\lambda < 1$ ist. Wurde dagegen der Verbrennungsmotor 12 mit einem mageren Luft-Kraftstoff-Gemisch betrieben, bei dem die zugeführte Luftmenge über der stöchiometrisch erforderlichen Luftmenge lag, zeigt die Kennlinie eine äußerst geringe SONDENSspannung. Liegt dagegen das Luftverhältnis λ annähernd bei dem Wert 1, tritt eine schlagartige Änderung der SONDENSspannung auf. Mit Hilfe dieses als quasi digital zu bezeichnenden Verhaltens der Lambdasonden 22 und 24 ist eine sehr genaue Einstellung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Gemisches möglich, da bereits kleinste Änderungen des Luftverhältnisses λ zu großen Spannungsänderungen der SONDENSspannungen U_1 und U_2 führen.

[0022] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf Fig. 3 die Arbeitsweise der Anordnung 10 näher erläutert. Wird der Verbrennungsmotor 12 in einem Closed-Loop-Betriebsmodus betrieben, erfaßt die erste Lambdasonde 22 den Sauerstoffgehalt des Abgases des Verbrennungsmotors 12 unmittelbar vor dem Katalysator 18 und gibt die erfaßte Sauerstoffkonzentration als erste SONDENSspannung U_1 an die Motorsteuerung 26 weiter. Das Abgas strömt weiter durch den Katalysator 18, wird in diesem katalysiert und strömt schließlich in den Mittelschalldämpfer 20. Das vom Katalysator 18 katalysierte Abgas wird von der zweiten Lambdasonde 24 erfaßt, die den Sauerstoffgehalt des katalysierten Abgases ermittelt und als zweite SONDENSspannung U_2 an die Motorsteuerung 26 weiterleitet. Die Motorsteuerung 26 ermittelt basierend auf der ersten SONDENSspannung U_1 das einzustellende Luft-Kraftstoff-Verhältnis in bekannter Weise aus einem Kennfeld, in dem unterschiedliche Betriebsbedingungen des Motors bezogen auf das Luftverhältnis λ abgespeichert sind. Da beispielsweise, aufgrund von Alterungsprozessen, unzureichender Verbrennung des Verbrennungsmotors 12 und ähnlichem, das von der Motorsteuerung 26 auf Grundlage der ersten SONDENSspannung U_1 ermittelte Luft-Kraftstoff-Verhältnis vom gewünschten stöchiometrischen Luft-Kraftstoff-Verhältnis abweichen kann, wird mit Hilfe der zweiten SONDENSspannung U_2 das zuvor eingestellte Luft-Kraftstoff-Verhältnis kontrolliert und gegebenenfalls nachgeregelt. Entsprechend dem so ermittelten Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird nun die Einspritzanlage 28 angesteuert, die dem Verbrennungsmotor 12 die zuvor eingestellte Menge an Kraftstoff und Luft zuführt.

[0023] In Fig. 3 ist der Verlauf der SONDENSspannung U_1 über einen längeren Zeitraum dargestellt, wobei die parallel zur Zeitachse verlaufende Linie einen Schwellenwert U_{bias} definiert. Während des Closed-Loop-Betriebsmodus des Verbrennungsmotors 12 wird das Luft-Kraftstoff-Verhältnis entsprechend dem in Fig. 3 gezeigten Verlauf geregelt, so daß die erste SONDENSspannung U_1 einen etwa sinusförmigen Verlauf um den Schwellenwert U_{bias} zeigt.

[0024] Bei bestimmten Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors 12 kann der zuvor beschriebene Closed-Loop-Betriebsmodus nicht mehr eingehalten werden. Wird das Kraftfahrzeug beispielsweise mit einem niedrig eingeleiteten Gang bergab gefahren, soll der Verbrennungsmotor 12 als sogenannte "Motorbremse" arbeiten. Zu diesem Zweck wird dem Verbrennungsmotor 12 ein Luft-Kraftstoff-Gemisch zugeführt, das einen sehr hohen Luftanteil enthält. Da die Motorsteuerung 26 im Closed-Loop-Betriebsmodus des Verbrennungsmotors 12 versuchen würde, das Luft-Kraftstoff-Gemisch auf ein stöchiometrisches Massenverhältnis einzustellen, würde dies der Bremsfunktion des Verbrennungsmotors 12 zuwiderlaufen. Aus diesem Grund wird der Verbrennungsmotor 12 in einem derartigen Fall im sogenannten Open-Loop-Betriebsmodus gefahren, bei dem die Motorsteuerung 26 entsprechend abgespeicherter Daten ein vom stöchiometrischen Massenverhältnis abweichendes Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Gemisches einstellt. In diesem Open-Loop-Betriebsmodus erfassen die beiden Lambdasonden 22 und 24 zwar den Sauerstoffgehalt des Abgases, die ermittelten SONDENSspannungen U_1 und U_2 werden jedoch nicht unmittelbar zur Einstellung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Gemisches verwendet.

[0025] Insbesondere während des Betriebes des Verbrennungsmotors 12 mit einem mageren Luft-Kraftstoff-Gemisch steigt der Sauerstoffgehalt im Abgas an, wodurch das Problem besteht, daß der Sauerstoffüberschuß im Abgas sich an der katalytisch wirksamen Schicht des Katalysators 18 ablagert und dessen Funktion zumindest kurzfristig nachteilig beeinflusst, wie nachfolgend erläutert wird. Üblicherweise ist der Katalysator 18 so ausgelegt, daß eine vorgegebene Menge an Sauerstoff im Katalysator 18 gespeichert ist, die einem vorgegebenen Prozentsatz der maximal im Katalysator 18 zu speichernden Sauerstoffmenge entspricht, sofern die Umsatzrate des Katalysators 18 nicht durch Alterungsprozesse bereits abgenommen hat. Strömt nun das Abgas durch den Katalysator 18 werden die Kohlenwasserstoffmoleküle und die Kohlenmonoxidmoleküle durch den im Katalysator gespeicherten Sauerstoff oxidiert, während die nicht mit Sauerstoff belegten Oberflächenabschnitte des Katalysators 18 die Stickoxide reduzieren und den Sauerstoff speichern. Während des Closed-Loop-Betriebsmodus des Verbrennungsmotors 12 herrscht im Katalysator 18 ein Gleichgewicht zwischen den Oxidations- und Reduktionsreaktionen, so daß die Abgase entsprechend den gesetzlichen Vorgaben katalysiert werden können, sofern im Verbrennungsmotor 12 ein zumindest annähernd stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Gemisch verbrannt wird.

[0026] Wird nun der Verbrennungsmotor 12 über einen längeren Zeitraum mit einem mageren Luft-Kraftstoff-Gemisch betrieben, wird ein Großteil der katalytisch wirksamen Oberfläche des Katalysators 18 mit Sauerstoffmolekülen belegt, so daß eine ausreichende Reduktion der Stickoxide im Katalysator 18 nur mehr eingeschränkt möglich ist. Wird nun nach einem Open-Loop-Betrieb der Verbrennungsmotor wieder im Closed-Loop-Betriebsmodus gefahren, bei dem

ein stöchiometrisch eingestelltes Luft-Kraftstoff-Verhältnis verbrannt wird, kommt es zu einer unzureichenden Katalyse der Abgase.

[0027] So zeigt die nachfolgend aufgeführte Tabelle die Versuchsergebnisse eines Testzyklus der nach dem Vorgaben der MVEG (Motor Vehicle Emission Group) der Europäischen Union durchgeführt wurde. Bei dieser Versuchsreihe werden aufeinanderfolgend insgesamt vier Stadtzyklen (supercycles) gefahren, bei denen die maximale Geschwindigkeit bei etwa 50 km/h liegt.

[0028] Anschließend wird das Fahrzeug mit einem Überlandzyklus betrieben (EUDC = extra urban driving cycle), bei dem das Fahrzeug bis auf eine Geschwindigkeit von 120 km/h beschleunigt wird.

(Tabelle 1)

Versuchszyklus	durchschnittliche Umsatzrate NO _x
Stadtzyklus normal	97%
Kurzzyklus unmittelbar nach Open-Loop-Betrieb	83%
Überlandzyklus normal	97%
Kurzzyklus unmittelbar nach Open-Loop-Betrieb	74%

[0029] Bei den Versuchsreihen wurde die durchschnittliche Gesamtumsatzrate des Katalysators 18 (jeweils etwa 97%) während eines normalen Stadtzyklus bzw. Überlandzyklus mit der durchschnittlichen Umsatzrate verglichen, die der Katalysator 18 bei einem Kurzzyklus unmittelbar nach dem Open-Loop-Betrieb aufweist, bei dem der Verbrennungsmotor mit einer Geschwindigkeit von etwa 35 km/h bzw. 50 km/h betrieben wurde.

[0030] Wie Tabelle 1 zeigt, sinkt unmittelbar nach einem Open-Loop-Betrieb des Verbrennungsmotors 12 die Umsatzrate für Stickoxide deutlich ab. Dies läßt sich damit erklären, daß bei herkömmlichen Motorsteuerungen, sobald der Closed-Loop-Betrieb wieder aufgenommen wird, die erste Lambdasonde 22 zwar die richtige Sauerstoffkonzentration im Abgas erfaßt, die zweite Lambdasonde 24 aufgrund des im Katalysator 18 gespeicherten Sauerstoffs eine im Abgas enthaltene falsche Sauerstoffkonzentration ermittelt und demzufolge die Motorsteuerung 26 bei herkömmlichem Betrieb das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Gemisches nachregelt, ohne daß dies möglicherweise erforderlich ist.

[0031] So zeigt Fig. 4 ein Diagramm, in dem die Sondenspannungen über die Zeit aufgetragen sind. Wird die Anordnung 10 in herkömmlicher Weise betrieben, benötigt die gesamte Regelung etwa 70 Sekunden bis sie wieder ordnungsgemäß arbeitet. Während die Sondenspannung U_1 der ersten Lambdasonde 22 um den Schwellenwert U_{bias} schwingt, zeigt die zweite Sondenspannung U_2 der zweiten Lambdasonde 24 sehr niedrige Werte, die der Motorsteuerung 26 einen zu hohen Sauerstoffgehalt im Abgas angeben, so daß die Motorsteuerung 26 ein entsprechend fetteres Gemisch einstellt, was an sich nicht erforderlich wäre. Um dies zu vermeiden, wird das nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 5 beschriebene, erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt, durch dessen Verwendung innerhalb vergleichsweise kurzer Zeit ein ordnungsgemäßer Betrieb des Katalysators wieder möglich ist.

[0032] Während des Betriebes des Verbrennungsmotors 12 überprüft die Motorsteuerung 26 kontinuierlich in einem Schritt S 101, ob der Verbrennungsmotor 12 ausgehend von einem Open-Loop-Betriebsmodus in einem nachfolgenden Closed-Loop-Betriebsmodus betrieben wird. Ist dies nicht der Fall, kehrt die Motorsteuerung 26 zu ihrer Hauptroutine (out) zurück, in der sie beispielsweise das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in herkömmlicher Weise einstellt. Wurde dagegen der Verbrennungsmotor 12 zuvor in einem Open-Loop-Betriebsmodus betrieben, während er nachfolgend in einem Closed-Loop-Betriebsmodus gefahren wird, wird in einem nachfolgenden Schritt S 102 ein Zähler aktiviert, der einen vorgegebenen Zeitdauer t_1 abzählt.

[0033] In einem nächsten Schritt S 201 wird der aktuelle Wert des Zählers t mit der vorgegebenen Zeit t_1 verglichen. Liegt die aktuelle Zeit t unter dem vorgegebenen Zeitraum t_1 fährt die Motorsteuerung 26 mit Schritt S 202 fort. In Schritt S 202 wird überprüft, ob die aktuelle Sondenspannung U_2 der zweiten Lambdasonde 24 unter einem minimalen Schwellenwert U_{min} liegt, d. h. in Schritt S 202 wird überprüft, ob die von der zweiten Lambdasonde 24 erfaßte Sauerstoffkonzentration über oder unter einer vorgegebenen Sauerstoffkonzentration liegt. Liegt die Sauerstoffkonzentration im Abgas über dem Schwellenwert, liegt die zweite Sondenspannung U_2 unter dem minimal zulässigen Spannungswert U_{min} . Liegt dagegen die Sauerstoffkonzentration unter dem Schwellenwert, liegt die zweite Sondenspannung U_2 über dem minimal zulässigen Schwellenwert. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel liegt der Schwellenwert U_{min} bei etwa 100 mV.

[0034] Wird bei Schritt S 202 erfaßt, daß die zweite Sondenspannung U_2 über dem minimal zulässigen Schwellenwert U_{min} liegt, kehrt die Steuerung zu Schritt S 201 zurück und überprüft, ob die vom Zähler aktuell gezählte Zeit t dem vorgegebenen Zeitraum t_1 entspricht. Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis entweder in Schritt S 201 erfaßt wird, daß die aktuelle Zeit t dem vorgegebenen Zeitraum t_1 entspricht, oder in Schritt S 202 festgestellt wird, daß die zweite Sondenspannung U_2 unter den minimal zulässigen Schwellenwert U_{min} fällt.

[0035] Entspricht die aktuelle vom Zähler abgezählte Zeit t dem vorgegebenen Zeitraum t_1 , fährt die Steuerung mit

Schritt S 301 fort. Liegt dagegen die zweite Sondenspannung U_2 unter dem minimal zulässigen Schwellenwert U_{\min} , fährt die Motorsteuerung 26 mit Schritt S 203 fort. In Schritt S 203 deaktiviert die Motorsteuerung 26 die Nachregelungsfunktion, so daß während des Closed-Loop-Betriebsmodus des Verbrennungsmotors 12 die Einstellung des Luft-Kraftstoff-Gemisches nur mehr basierend auf der ersten Sondenspannung U_1 der ersten Lambdasonde 22 vor dem Katalysator 18 erfolgt, während die zweite Sondenspannung U_2 bei der Einstellung des Gemisches unberücksichtigt bleibt. Nachdem die Nachregelung in Schritt S 203 deaktiviert worden ist, springt die Motorsteuerung 26 zu Schritt S 301. Insgesamt wurde also in den Schritten S 201 bis S 203 von der Motorsteuerung 26 untersucht, ob der im Abgas enthaltene Sauerstoffgehalt einen Wert überschreitet, der eine ordnungsgemäße Regelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Gemisches durch die Motorsteuerung 26 behindert, oder ob der Sauerstoffgehalt im Abgas einen noch so geringen Wert aufweist, daß die Motorsteuerung 26 das Gemisch auf Grundlage beider Sondenspannungen U_1 und U_2 ermitteln kann. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Nachregelung nur dann deaktiviert ist, wenn der Sauerstoffgehalt im Katalysator 18 durch die zuvor erfolgte Fahrweise im Open-Loop-Betrieb des Verbrennungsmotors 12 so hoch angestiegen ist, daß bei dem nachfolgenden Closed-Loop-Betrieb des Verbrennungsmotors 12 eine ordnungsgemäße Einstellung des Gemisches nicht möglich wäre.

[0036] In Schritt S 301 überprüft die Motorsteuerung 26 ob die Nachregelung deaktiviert wurde oder nicht. Wurde die Nachregelung nicht deaktiviert, kehrt die Motorsteuerung 26 zu ihrer Hauptroutine zurück. Wird dagegen in Schritt S 301 ermittelt, daß die Nachregelung deaktiviert wurde, fährt die Motorsteuerung 26 mit Schritt S 302 fort. In Schritt S 302 wird überprüft, ob der von der Motorsteuerung 26 aktuell eingestellte Schaltpunkt U_{bias} unter einem niedrigst zulässigen Schaltpunkt U_{DFCO} von etwa 609 mV liegt. Üblicherweise liegt der aktuelle Schaltpunkt U_{bias} bei etwa 482 mV. Dennoch ist es möglich, daß aufgrund einer vorher erfolgten Einstellung der aktuelle Schaltpunkt bereits einen höheren Wert aufweist. Der vorgegebene Schaltpunkt U_{DFCO} liegt dagegen bei etwa 609 mV, so daß bei Verwendung dieses vorgegebenen Schaltpunktes die Motorsteuerung 26 ein fettes Luft-Kraftstoff-Gemisch einstellen würde, das eine über dem stöchiometrisch erforderlichen Maß liegende Kraftstoffmenge enthält.

[0037] Stellt die Motorsteuerung 26 in Schritt S 302 fest, daß der aktuelle Schaltpunkt U_{bias} größer oder gleich dem vorgegebenen Schaltpunkt U_{DFCO} ist, springt die Motorsteuerung 26 zu Schritt S 401. Stellt die Motorsteuerung 26 dagegen in Schritt S 302 fest, daß der aktuelle Schaltpunkt U_{bias} unter dem vorgegebenen Schaltpunkt U_{DFCO} liegt, springt sie zu Schritt S 303, in dem der Wert des aktuellen Schaltpunktes U_{bias} auf den Wert des vorgegebenen Schaltpunktes U_{DFCO} gesetzt wird. Anschließend springt die Motorsteuerung 26 zu Schritt S 401. In den Schritten S 301 bis S 303 wird also der Schaltpunkt, an dem die Motorsteuerung 26 basierend auf der ersten Sondenspannung U_1 das Gemisch regelt, erhöht, so daß das Gemisch insgesamt einen höheren Kraftstoffanteil aufweist.

[0038] In Schritt S 401 überprüft nun die Motorsteuerung 26, ob die zweite Sondenspannung U_2 über einem maximal zulässigen Schwellenwert liegt, der im vorliegenden Fall etwa 501 mV entspricht. Mit anderen Worten überprüft die Motorsteuerung 26 in Schritt S 401, ob die Sauerstoffkonzentration im Abgas nach dem Katalysieren bereits soweit abgenommen hat, daß eine ordnungsgemäße Regelung wieder möglich ist.

[0039] Liegt die zweite Sondenspannung U_2 unter dem maximal zulässigen Schwellenwert U_{\max} kehrt die Motorsteuerung 26 zu Schritt S 302 zurück. Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis die zweite Sondenspannung U_2 den maximal zulässigen Schwellenwert U_{\max} überschreitet. Ist dies der Fall, springt die Motorsteuerung zu Schritt S 402. In Schritt S 402 wird der Zähler erneut aktiviert und in Schritt S 403 die aktuelle Zeit t mit einem zweiten Zeitraum t_2 verglichen, bis der aktuelle Wert t des Zählers dem vorgegebenen Zeitraum t_2 entspricht. Ist dies der Fall springt die Motorsteuerung 26 zu Schritt S 404, in dem die Nachregelung wieder aktiviert wird. Anschließend springt die Steuerung von Schritt S 404 zu ihrer Hauptroutine. In den Schritten S 401 und S 404 wird also überprüft, ob der im Katalysator 18 gespeicherte Sauerstoff wieder ein so niedriges Niveau erreicht hat, daß ein ordnungsgemäßes Nachregeln mit Hilfe der zweiten Sondenspannung U_2 wieder möglich wird.

[0040] Bezugnehmend auf Fig. 4 wird nachfolgend noch einmal kurz die Arbeitsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert. Sobald die Motorsteuerung 26 erkennt, daß der Verbrennungsmotor 12 nach einem Open-Loop-Betriebsmodus wieder in einem Closed-Loop-Betriebsmodus betrieben wird, überprüft die Motorsteuerung 26 in den Schritten S 201 bis S 203, ob die Sauerstoffkonzentration im Abgas nach dem Katalysator 18 einen so hohen Wert erreicht hat, daß eine ordnungsgemäße Nachregelung mit Hilfe der zweiten Sondenspannung U_2 nicht mehr möglich ist. Ist dies der Fall, wird die Nachregelung deaktiviert. Anschließend wird in den Schritten S 302 und S 303 der aktuelle Schaltpunkt U_{bias} auf einen vorgegebenen Schaltpunkt U_{DFCO} angehoben, wie Fig. 4 zeigt. Auf diese Weise wird erreicht, daß das dem Verbrennungsmotor 12 zugeführte Luft-Kraftstoff-Gemisch einen höheren Kraftstoffanteil enthält, wodurch der im Katalysator 18 gespeicherte Sauerstoff schneller verbraucht wird. Während des weiteren Closed-Loop-Betriebsmodus wird kontinuierlich in Schritt S 401 von der Motorsteuerung 26 überprüft, ob die zweite Sondenspannung U_2 dem maximal zulässigen Schwellenwert U_{\max} entspricht. Bei dem in Fig. 4 gezeigten Diagramm ist dies der Fall, sobald die zweite Sondenspannung U_2 einen Wert von 501 mV erreicht hat. Anschließend wird die mit Hilfe der zweiten Sondenspannung U_2 erfolgende Nachregelung wieder aktiviert und in einem nicht dargestellten Schritt der vorgegebene Schaltpunkt U_{DFCO} auf den aktuellen Schaltpunkt U_{bias} zurückgesetzt.

[0041] Wie Fig. 4 zeigt, ist durch die Aktivierung der Nachregelung der Katalysator 18 innerhalb von 45 Sekunden

EP 1 122 415 A2

wieder in der Lage, ordnungsgemäß die Abgase zu katalysieren. Dies wurde auch durch mehrere Versuchsreihen belegt, deren Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle 2 aufgelistet sind.

(Tabelle 2)

Schaltpunkt	HC [%]	CO [%]	NO _x [%]
480 mV	100%	99,6%	84%
600 mV	100%	99,6%	89%
650 mV	100%	99,7%	94%

[0042] Bei diesen Versuchsreihen wurden die Umsatzraten des Katalysators 18 30 Sekunden lang während eines Closed-Loop-Betriebs mit einer Geschwindigkeit von etwa 50 km/h ermittelt, der auf einen Open-Loop-Betrieb des Verbrennungsmotors 12 mit einer Geschwindigkeit von 70 km/h folgte. So zeigen die verschiedenen Umsatzraten in Tabelle 2, daß bei einer Deaktivierung der Nachregelung und einer gleichzeitigen Erhöhung des Schaltpunktes U_{bias} auf den höheren Wert U_{DFCO} die Umsatzraten des Katalysators 18 deutlich verbessert werden können.

[0043] Mit Hilfe der in den Versuchsreihen ermittelten Werte aus Tabelle 2 wurden rechnerisch die durchschnittlichen Umsatzraten des Katalysators 18 bestimmt, die nachfolgend in der Tabelle 3 aufgeführt sind.

(Tabelle 3)

Versuchszyklus	durchschnittliche Umsatzrate NO _x
Stadtzyklus normal	97,5%
Kurzzyklus unmittelbar nach Open-Loop-Betrieb	90%
Überlandzyklus normal	98%
Kurzzyklus unmittelbar nach Open-Loop-Betrieb	90%

[0044] Wie ein Vergleich der Werte aus Tabelle 3 mit den Werten aus Tabelle 1 zeigt, kann durch das Deaktivieren der Nachregelung die Umsatzrate bei der Umwandlung von Stickoxiden deutlich verbessert werden. Des weiteren haben die Versuchsreihen gezeigt, daß die Umsatzraten der anderen Abgasbestandteile, nämlich die Umsatzraten bei der Umwandlung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid in keiner Weise beeinflußt worden sind, wie Tabelle 2 zeigt, obwohl der Schaltpunkt der ersten Lambdasonde 22 angehoben worden ist.

[0045] Insgesamt wird durch das erfindungsgemäße Verfahren erreicht, daß der Katalysator 18 innerhalb kürzerer Zeit durch die Deaktivierung der Nachregelung und das Anheben des Schaltpunktes der ersten Lambdasonde 22 der Katalysator 18 schneller seine maximalen Umsatzraten erreicht. Dadurch kann der Katalysator bei gleichbleibender Umsatzrate eine geringere Kapazität aufweisen, als bei Verwendung eines herkömmlichen Regelungsverfahrens ohne Deaktivierung der Nachregelung, da der Katalysator bei Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht mehr über eine entsprechend erhöhte Speicherkapazität für den entstehenden Sauerstoff ausgelegt sein muß.

Bezugszeichenliste

[0046]

- 10 Anordnung
- 12 Verbrennungsmotor
- 14 Vorschalldämpfer
- 16 Abgasanlage
- 18 Katalysator
- 20 Mittelschalldämpfer
- 22 erste Lambdasonde
- 24 zweite Lambdasonde
- 26 Motorsteuerung
- 28 Einspritzanlage
- 30 Kraftstoffleitung
- 32 Ansaugstutzen
- 55 U_1 erste Sondenspannung
- U_2 zweite Sondenspannung
- λ Luftverhältnis

t_1	erster Zeitraum
U_{\min}	unterer Schwellenwert
U_{bias}	aktueller Schalterpunkt
U_{DFCO}	vorgegebener Schalterpunkt
U_{\max}	oberer Schwellenwert
t_2	zweiter Zeitraum

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses bei einem Verbrennungsmotor (12), dessen Abgase einem Katalysator (18) zugeführt werden, wobei bei dem Verfahren

von einer Motorsteuerung (26) das Signal (U_1) eines in Strömungsrichtung des Abgases gesehen vor dem Katalysator (18) angeordneten ersten Abgassensors (22) und das Signal (U_2) eines in Strömungsrichtung gesehen nach dem Katalysator (18) angeordneten zweiten Abgassensors (24) erfaßt wird, die Motorsteuerung (26) während eines Closed-Loop-Betriebsmodus des Verbrennungsmotors (12) basierend auf dem Signal (U_1) des ersten Abgassensors (22) das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des dem Verbrennungsmotor (12) zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemisches auf ein vorgegebenes Luft-Kraftstoff-Verhältnis einstellt, und die Motorsteuerung (26) bei einer Abweichung des eingestellten Luft-Kraftstoff-Verhältnisses von einem stöchiometrischen Massenverhältnis das Signal (U_2) des zweiten Abgassensors (24) zur Nachregelung des eingestellten Luft-Kraftstoff-Verhältnisses auf das stöchiometrische Massenverhältnis verwendet,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß nach einem Betrieb des Verbrennungsmotors (12) in einem Open-Loop-Betriebsmodus, bei dem die Motorsteuerung (26) auch ein vom stöchiometrischen Massenverhältnis abweichendes Einstellen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses vornimmt, während eines nachfolgenden Betriebes des Verbrennungsmotors (12) im Closed-Loop-Betriebsmodus die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses mit Hilfe des Signals (U_2) des zweiten Abgassensors (24) zeitweise deaktiviert werden kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses während des nachfolgenden Closed-Loop-Betriebsmodus des Verbrennungsmotors (12) dann zeitweise deaktiviert wird, wenn der Verbrennungsmotor (12) während des Open-Loop-Betriebsmodus mit einem mageren Luft-Kraftstoff-Gemisch betrieben wurde, bei dem die Luftmenge des Luft-Kraftstoff-Gemisches über der stöchiometrisch erforderlichen Luftmenge liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses nur dann deaktiviert wird, wenn das vom zweiten Abgassensor (24) an die Motorsteuerung (26) abgegebene Signal (U_2) einen Wert annimmt, der unter einem vorgegebenen minimalen Schwellenwert (U_{\min}) liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß die Motorsteuerung (26) nur innerhalb eines vorgegebenen ersten Zeitraumes (t_1) überprüft, ob der Wert des vom zweiten Abgassensor (24) abgegebenen Signals (U_2) unter dem vorgegebenen minimalen Schwellenwert (U_{\min}) liegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,

dadurch **gekennzeichnet**,

daß die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses nach der Deaktivierung wieder aufgenommen wird, wenn das vom zweiten Abgassensor (24) an die Motorsteuerung (26) abgegebene Signal (U_2) einen Wert annimmt, der über einem vorgegebenen maximalen Schwellenwert (U_{\max}) liegt.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

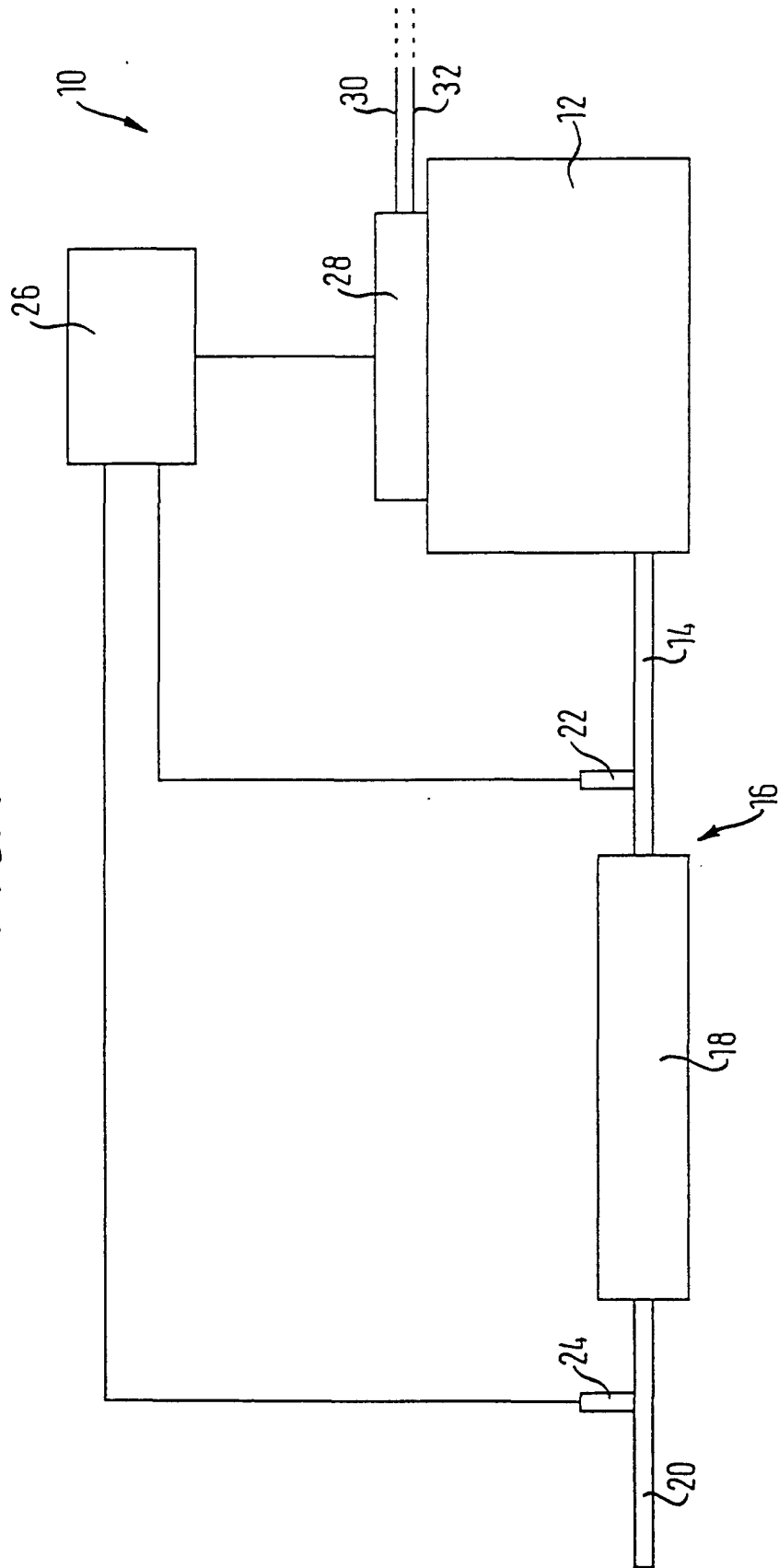
dadurch **gekennzeichnet**,

daß die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses erst nach Ablauf einer vorgegebenen zweiten Zeitdauer

(t_2) wieder aufgenommen wird, nachdem die Motorsteuerung (26) erfaßt hat, daß der Wert des vom zweiten Abgassensor (24) an die Motorsteuerung (26) abgegebenen Signals (U_2) über dem vorgegebenen maximalen Schwellenwert (U_{max}) liegt.

- 5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß die das Signal (U_1) des ersten Abgassensors (22) erfassende Motorsteuerung (26) während des Closed-
Loop-Betriebsmodus des Verbrennungsmotors (12) zur Beurteilung, ob das Luft-Kraftstoff-Gemisch mit Luft oder
10 Kraftstoff angereichert werden muß, einen aktuellen Schaltpunkt (U_{bias}) definiert, bei dessen Überschreiten durch
den Wert des Signals (U_1) des ersten Abgassensors (22) das Luft-Kraftstoff-Gemisch mit Luft und bei dessen
Unterschreiten durch den Wert des Signals (U_1) des ersten Abgassensors (22) das Luft-Kraftstoff-Gemisch mit
Kraftstoff angereichert wird.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß, sobald die Nachregelung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses deaktiviert wird, der aktuelle Schaltpunkt (U_{bias})
von der Motorsteuerung (26) auf einen vorgegebenen Schaltpunkt (U_{DFCO}) eingestellt wird.
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der aktuelle Schaltpunkt (U_{bias}) nur dann auf den vorgegebenen Schaltpunkt (U_{DFCO}) eingestellt wird, wenn
der Betrag des aktuellen Schaltpunktes (U_{bias}) unter dem Betrag des vorgegebenen Schaltpunktes (U_{DFCO}) liegt.
- 25 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß jeder Abgassensor eine Lambdasonde (22, 24) ist, an der in Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt des Abgases
eine Spannung (U_1 , U_2) anliegt, die von der Motorsteuerung (26) zum Bestimmen des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses
abgegriffen wird.
- 30 11. Verfahren nach den Ansprüchen 7 und 10, 8 und 10 oder 9 und 10,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der aktuelle Schaltpunkt durch einen Spannungswert (U_{bias}) definiert ist, der von der Motorsteuerung (26) mit
der abgegriffenen Spannung (U_1) der ersten Lambdasonde (22) verglichen wird.
- 35 12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der vorgegebene Schaltpunkt ein zweiter Spannungswert (U_{DFCO}) ist, mit dem die Motorsteuerung (26) den
ersten Spannungswert (U_{bias}) gegebenenfalls ersetzt und mit der an der ersten Lambdasonde (22) abgegriffenen
Spannung (U_1) vergleicht.
- 40
- 45
- 50
- 55

FIG. 1



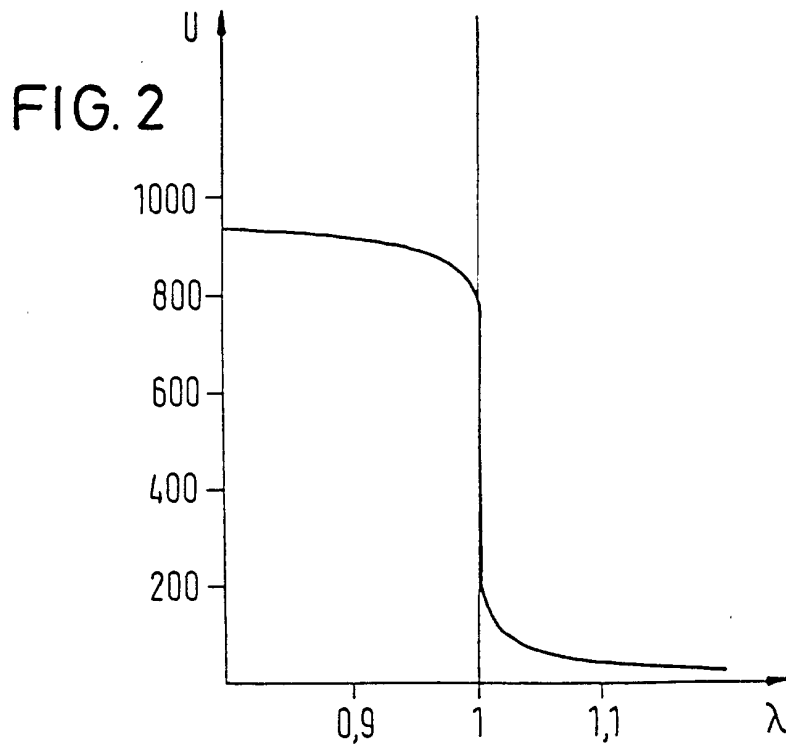
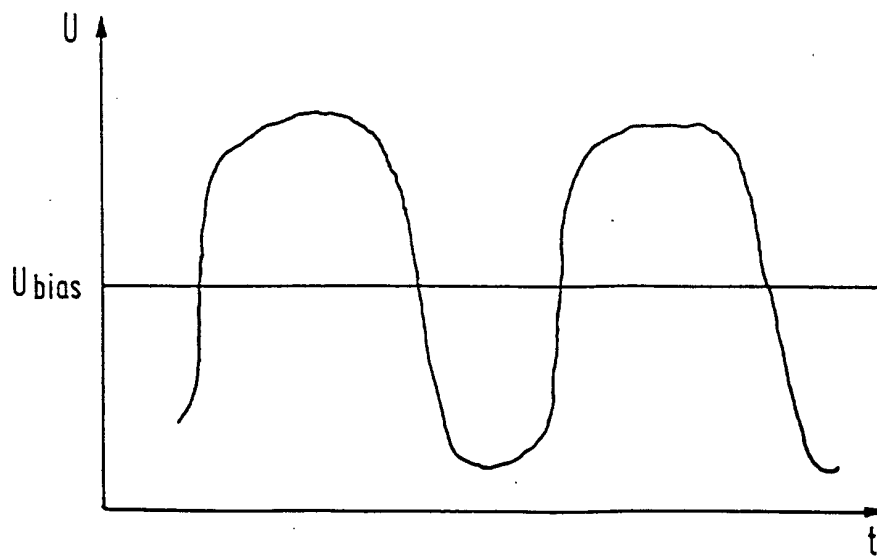


FIG. 3



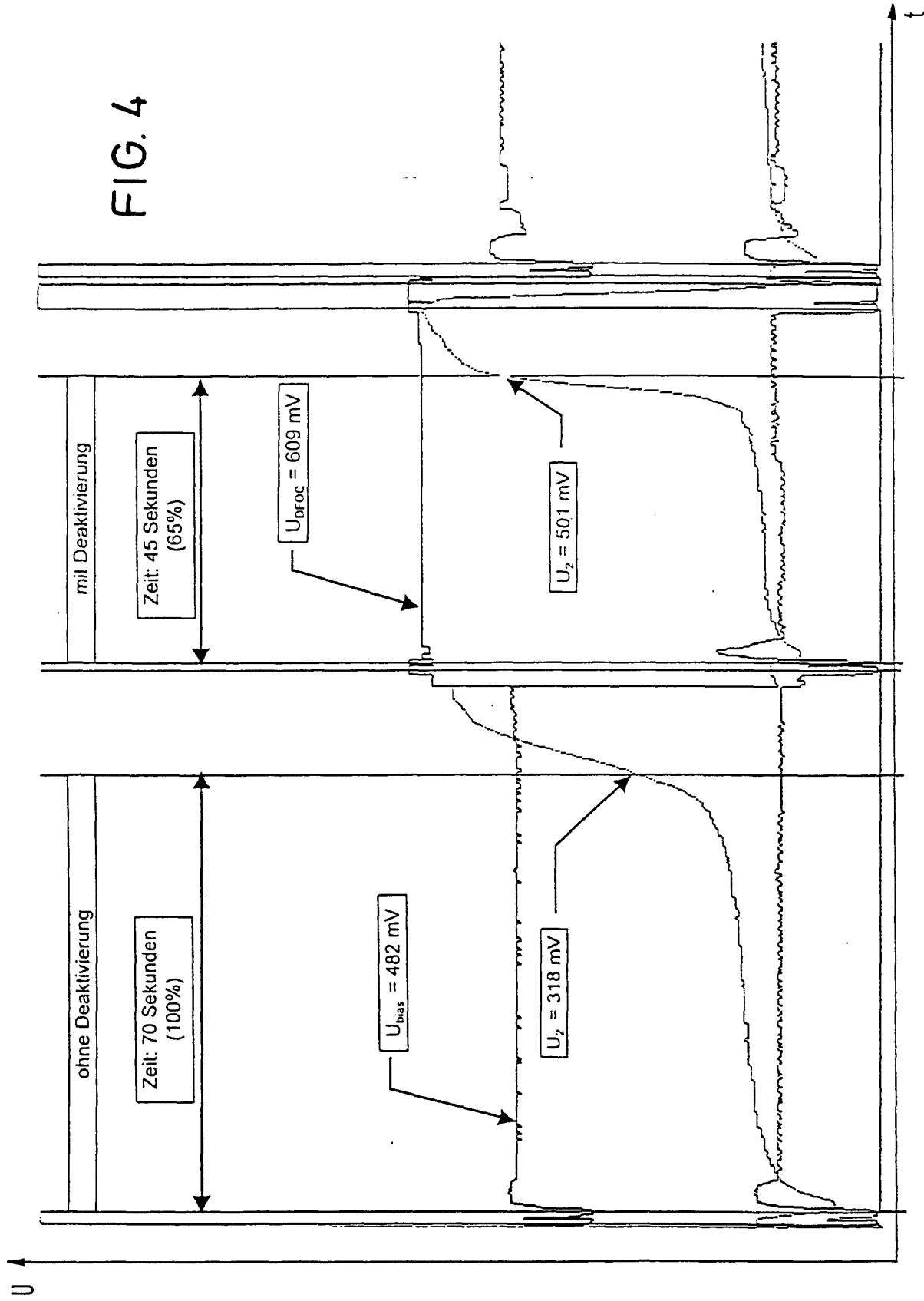


FIG. 5

