



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.04.2003 Patentblatt 2003/14

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14, F02D 19/02**

(21) Anmeldenummer: **02016473.7**

(22) Anmeldetag: **23.07.2002**

(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

(72) Erfinder:
• **Schnaibel, Eberhard**
71282 Hemmingen (DE)
• **Blumenstock, Andreas**
71638 Ludwigsburg (DE)
• **Hirschmann, Klaus**
71701 Schwieberdingen (DE)

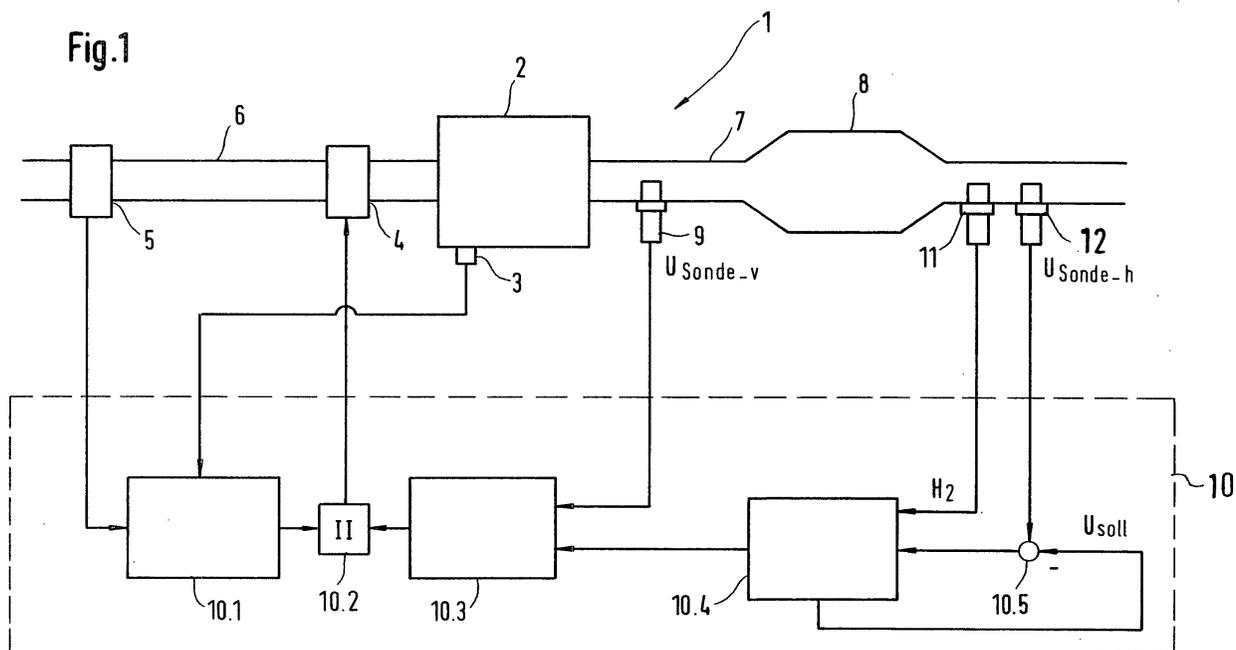
(30) Priorität: **26.09.2001 DE 10147491**

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

(54) **Verfahren zur Regelung des Kraftstoff/Luftverhältnisses für einen Verbrennungsmotor**

(57) Vorgestellt wird ein Verfahren zur Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches für einen Verbrennungsmotor mit einem Katalysator und wenigstens einer hinter dem Katalysator angeordneten Abgassonde, die eine erste Information über den Sauerstoffgehalt des Abgases liefert, welche die Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches beeinflusst. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß eine zweite Information über den hinter dem Katalysator im Abgas vorhandenen Wasserstoff

gebildet wird und daß die zweite Information die Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches beeinflusst. Das Verfahren erlaubt eine Erkennung von Wasserstoff hinter dem Katalysator und eine Kompensation des unerwünschten Einflusses des Wasserstoffs auf die Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches, der durch eine Wasserstoffquerempfindlichkeit der Abgassonde in Verbindung mit dem Auftreten von Wasserstoff verursacht wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoff/Luftverhältnisses für einen Verbrennungsmotor mit einem Katalysator und einer sogenannten Zweisondenregelung mit einer ersten Sonde vor dem Katalysator, die das Kraftstoff/Luftverhältnis regelt und mit einer zweiten Abgassonde hinter dem Katalysator, die die erste Abgassonde gewissermaßen führt.

[0002] Ein solches Verfahren ist bereits aus der US 5 307 625 bekannt. Bei derartigen Regelungen hat sich folgendes Problem gezeigt: Bei neuen Katalysatoren treten Verschiebungen des Kraftstoff/Luftverhältnisses in Richtung zu mageren Werten hin auf. Diese Verschiebungen verschwinden von selbst bei zunehmender Alterung des Katalysators.

[0003] Verschiebungen des Kraftstoff/Luftverhältnisses in Richtung zu mageren Werten haben einen unerwünschten Anstieg der Stickoxidemissionen als Folge.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines Verfahrens zur Kompensation dieses Effektes.

[0005] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0006] Im einzelnen betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches für einen Verbrennungsmotor mit einem Katalysator und wenigstens einer hinter dem Katalysator angeordneten Abgassonde, die eine erste Information über den Sauerstoffgehalt des Abgases liefert und welche die Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches beeinflusst, daß sich durch die folgenden Schritte auszeichnet:

- Bilden einer zweiten Information über den hinter dem Katalysator im Abgas vorhandenen Wasserstoff
- ergänzendes Beeinflussen des Kraftstoff/Luft-Gemisches mit der zweiten Information.

[0007] Eine weitere Maßnahme sieht vor, daß die zweite Information mit Hilfe eines Wasserstoffsensors gebildet wird.

[0008] Alternativ dazu wird die zweite Information aus einem Vergleich der Ergebnisse verschiedener Verfahren zur Beurteilung des Alterungszustandes des Katalysators gebildet.

[0009] Dazu sieht eine weitere Maßnahme folgende Schritte vor:

- Bilden einer ersten Größe für den Alterungszustand des Katalysators mit einem ersten Verfahren,
- Bilden einer zweiten Größe für den Alterungszustand des Katalysators mit einem zweiten Verfahren,
- Bilden einer dritten Größe, welche die Abweichung der ersten Größe von der zweiten Größe angibt,
- Vergleichen der dritten Größe mit einem vorbestimmten Schwellenwert

- Werten einer Schwellenwertüberschreitung als Zeichen für das Auftreten von Wasserstoff.

[0010] Eine bevorzugte Alternative sieht vor, daß die Verfahren zur Bildung der Größe für den Alterungszustand auf Messungen der Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators unter Verwendung einer sauerstoffempfindlichen Abgassonde hinter dem Katalysator basieren.

[0011] Eine weitere Maßnahme sieht vor, daß die Verfahren zur Bildung der Größen für den Alterungszustand unterschiedlich empfindlich auf das Auftreten von Wasserstoff hinter dem Katalysator reagieren.

[0012] Eine bevorzugte Maßnahme zur Bildung der ersten Größe umfaßt die folgenden Schritte:

- Vollständiges Füllen des Katalysators mit Sauerstoff durch Betrieb des Verbrennungsmotors mit Luftüberschuß,
- Entleeren des Katalysators von Sauerstoff durch Betrieb des Verbrennungsmotors mit Kraftstoffüberschuß gegenüber der für stöchiometrische Verbrennung notwendigen Kraftstoffmenge,
- Feststellen einer völligen Entleerung des Katalysators von Sauerstoff durch ein Sauerstoffmangelsignal der genannten Abgassonde,
- Bestimmen der Kraftstoffüberschußmenge, mit der der Verbrennungsmotor zwischen dem Beginn des Entleerens des Katalysators und dem Auftreten des Sauerstoffmangelsignals betrieben wurde,
- Bilden der ersten Größe für den Alterungszustand auf der Basis der bestimmten Kraftstoffüberschußmenge.

[0013] Eine bevorzugte Maßnahme zur Bildung der zweiten Größe umfaßt die folgenden Schritte:

- Vollständiges Entleeren des Katalysators von Sauerstoff durch Betrieb des Verbrennungsmotors mit Kraftstoffüberschuß,
- Füllen des Katalysators mit Sauerstoff durch Betrieb des Verbrennungsmotors mit Luftüberschuß gegenüber der für stöchiometrische Verbrennung notwendigen Luftmenge,
- Feststellen einer völligen Füllung des Katalysators mit Sauerstoff durch ein Sauerstoffüberschußsignal der genannten Abgassonde,
- Bestimmen der Sauerstoffüberschußmenge, mit der der Verbrennungsmotor zwischen dem Beginn des Füllens des Katalysators und dem Auftreten des Sauerstoffüberschußsignals betrieben wurde,
- Bilden der zweiten Größe für den Alterungszustand auf der Basis der bestimmten Sauerstoffüberschußmenge.

[0014] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, daß die zweite Information das Auftreten von Wasserstoff signalisiert, wenn das erste Verfahren den Katalysator als alt

beurteilt und das zweite Verfahren den Katalysator als neu beurteilt.

[0015] Die Erfindung richtet sich auch auf eine elektronische Steuereinrichtung zur Durchführung der oben genannten Maßnahmen, Schrittfolgen und Ausgestaltungen.

[0016] Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, daß die Ursache der Verschiebung in der Wechselwirkung zwischen einer alterungsabhängigen Wasserstoffproduktion der Katalysatoren mit einer Wasserstoffquersensitivität von sauerstoffempfindlichen Abgassonden liegt. Dabei umschreibt der Begriff der Quersensitivität eine Verschiebung der Kennlinie des Ausgangssignals der Abgassonde über der Sauerstoffkonzentration beim Auftreten von Wasserstoff. Beim Auftreten von Wasserstoff verschiebt sich die Kennlinie in Richtung zunehmender Sauerstoffkonzentration. Der Wasserstoffeinfluß verschiebt den Verlauf der Kennlinie damit so, daß die Sonde bei Anwesenheit von Wasserstoff weniger Sauerstoff anzeigt, als tatsächlich vorhanden ist.

[0017] Der mit der Sonde gekoppelte Regler stellt daher ein zu mageres Kraftstoff/Luft-Gemisch ein. Daher sinkt die stark lambdaabhängige Stickoxidkonvertierungsrate unerwünscht ab.

[0018] Neue Katalysatoren besitzen die Eigenschaft, Wasserstoff zu erzeugen. Diese Eigenschaft läßt mit zunehmender Alterung nach, ist aber anfangs stark ausgeprägt.

[0019] Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Bezug auf die Figuren erläutert.

[0020] Fig. 1 zeigt das technische Umfeld, in dem die Erfindung ihre Wirkung entfaltet. Fig. 2 zeigt den Verlauf der Konzentration verschiedener Schadstoffe im Abgas über der Luftzahl Lambda. Die Figuren 3 und 4 zeigen jeweils den Verlauf des Signals einer sauerstoffempfindlichen Abgassonde hinter dem Katalysator bei vorgegebener Sauerstoffkonzentration vor dem Katalysator, wie sie sich bei der Verbrennung eines Gemisches mit entsprechendem Lambdawert einstellt, bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

[0021] Fig. 1 zeigt einen Regelkreis 1 mit einer Brennkraftmaschine 2, einem Drehzahlsensor 3, einer Kraftstoffzumeßeinrichtung 4 und einem Mittel 5 zum Erfassen der angesaugten Luftmenge ml, beispielsweise einem Heißfilmluftmassenmesser, in einem Ansaugrohr 6, einem Abgasrohr 7 mit einer vor einem Katalysator 8 angeordneten Abgassonde 9, einer hinter dem Katalysator angeordneten Abgassonde 12 und einem Steuergerät 10. Die Ziffer 11 bezeichnet einen Wasserstoffsensoren, der in einem Ausführungsbeispiel vorhanden sein kann. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel kann durch eine geschickte Auswertung des Signals der hinteren sauerstoffempfindlichen Abgassonde 10 in bestimmten Betriebszuständen des Verbrennungsmotors auf den Wasserstoffsensoren verzichtet werden. Die Blöcke 10.1 bis 10.4 repräsentieren die Funktion der Einspritzzeitbildung im Steuergerät 10. Dabei entspricht

Block 10.1 einem Kennfeldspeicher, Block 10.2 einer multiplikativen Verknüpfung, Block 10.3 einem primären Regelalgorithmus und Block 10.4 einem ergänzend wirkenden Regelalgorithmus. Block 10.5 repräsentiert einen Sollwert/Istwert-Vergleich, auf dem der ergänzend wirkende Regelalgorithmus basiert.

[0022] Die Grundfunktion des Regelkreises besteht darin, mit Hilfe des Steuergerätes Signale über Drehzahl n, Luftmenge m und Gemischzusammensetzung $\Lambda = f(U_{\text{Sonde}_v}, U_{\text{Sonde}_h})$ zu einem Kraftstoffzumeßsignal t_i zu verarbeiten, mit dem die Kraftstoffzumeßeinrichtung 3, beispielsweise eine Anordnung von Einspritzventilen, angesteuert wird. Ein vorläufiges Kraftstoffzumeßsignal r_l , gebildet im Block 10.1 als Funktion von Luftmenge und Drehzahl, wird dazu im Block 10.2 multiplikativ mit einem Korrekturfaktor FR verknüpft, der die Abweichung der Gemischzusammensetzung Lambda von einem Sollwert berücksichtigt..

[0023] Der Regelfaktor wird primär aus dem Signal U_{Sonde_v} der vorderen Abgassonde im Regler 10.3 gebildet. Das Signal der ersten Abgassonde reagiert schon auf Grund seiner Anordnung im Abgasstrom schneller auf Änderungen des Kraftstoff/Luftverhältnisses als das Signal der zweiten Abgassonde, da Abgase der Brennkraftmaschine bis ersten zur Abgassonde einen kürzeren Weg zurückzulegen haben als bis zur zweiten Abgassonde. Dieser Effekt wird durch die Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators noch verstärkt. Für eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit des Reglers auf Gemischfehlanspassungen wird das Kraftstoff/Luftverhältnis primär mit der ersten Abgassonde geregelt. Das Signal U_{Sonde_h} der zweiten Abgassonde ist dagegen im allgemeinen genauer, da der vor der zweiten Abgassonde angeordnete Katalysator das Abgas in Richtung einer Gleichgewichtseinstellung der Abgasbestandteile beeinflusst. Außerdem ist das Signal der zweiten Sonde alterungsbeständiger, da die Temperaturbelastung hinter dem Katalysator kleiner ist als am motornäheren Einbauort der ersten Abgassonde. Das Signal der zweiten Abgassonde wird daher ergänzend zur Korrektur der Regelung verwendet. Beispielsweise kann mit der Abweichung des Signals der zweiten Abgassonde der Sollwert für die Regelung mit der ersten Abgassonde korrigiert werden. Dabei wird der Korrektureingriff im Block 10.4 gebildet.

[0024] Die vor dem Katalysator angeordnete Sonde regelt das Gemisch auf einen Sollwert, meist $\Lambda = 1$. Die hinter dem Katalysator angeordnete Sonde gleicht im Rahmen einer überlagerten Führungsregelung alterungsbedingte Fehler der vorderen Sonde aus. Zeigt das Signal der vorderen Sonde beispielsweise alterungsbedingt zu fettes Gemisch an, beispielsweise fälschlich $\Lambda = 0,95$ bei einem tatsächlichen Lambdawert von $\Lambda = 1$, so reagiert die Regelung darauf mit einer Abmagerung. Die hintere Sonde und der Block 10.4 registrieren diese unerwünschte Abmagerung des daraus resultierenden tatsächlichen Lambdawertes ($\Lambda > 1$) vom Sollwert 1 und der er-

gänzende Regeleinriff auf der Basis des Signals der hinteren Sonde verschiebt beispielsweise den Sollwert für die vordere Sonde beispielsweise auf Lambda gleich 0,95, so daß die Regelung faktisch wieder auf Lambda gleich 1 regelt.

Fig. 2 zeigt den Verlauf der Konzentration verschiedener Schadstoffe im Abgas über der Luftzahl Lambda. Die gestrichelten Kurven stehen für die Rohemissionen des Verbrennungsmotors. Sie sind vor dem Katalysator meßbar. Die durchgezogenen Linien repräsentieren die Konzentrationen nach dem Katalysator. Insbesondere das unerwünschte starke Ansteigen der NOx-Konzentration im Bereich von Lambda größer als Eins, veranschaulicht sowohl die erwünschte Wirkung des Katalysators im Lambda-Regelbereich als auch die unerwünschte mögliche Wirkung der Wasserstoffquerempfindlichkeit der hinteren Sonde, die zu einer Lambda-Verschiebung nach rechts aus dem Regelbereich heraus führen kann.

[0025] Zur Abhilfe wird die Führungsregelung korrigiert, wenn der Katalysator Wasserstoff produziert. Eine Voraussetzung dafür ist, das die Produktion von Wasserstoff erkannt wird.

[0026] Eine Möglichkeit, die Produktion von Wasserstoff im Betrieb des Verbrennungsmotors zu erkennen, besteht darin, einen Wasserstoffsensoren hinter dem Katalysator anzuordnen und dessen Signal auszuwerten. Eine bevorzugte Alternative, die keinen Wasserstoffsensoren benötigt, wird im folgenden mit Blick auf die Figuren 3 und 4 beschrieben.

[0027] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden dabei Ergebnisse verschiedener Verfahren zur Beurteilung des Alterungszustandes des Katalysators auf Plausibilität überprüft. Die Erfindung basiert darauf, daß die verschiedenen Verfahren zu unterschiedlich starker Produktion von Wasserstoff führen. Bei einem gealterten Katalysator, bei dem nur noch eine vergleichsweise geringe Produktion von Wasserstoff auftritt, werden die verschiedenen Verfahren zu übereinstimmenden Ergebnissen führen. Treten dagegen starke Abweichungen zwischen den Ergebnissen auf, deutet dies auf eine Wasserstoffproduktion des Katalysators hin.

[0028] Figur 3 a zeigt den Verlauf der Luftzahl Lambda vor dem Katalysator in Verbindung mit einer Schiebebetriebsphase mit Kraftstoffabschaltung. Die 1. Phase entspricht noch dem normalen Regelbetrieb: Die Luftzahl Lambda oszilliert mit geringer Amplitude um den Wert Eins, genauer um einen Wert etwas kleiner als Eins, herum. Die 2. Phase entspricht einer Kraftstoffabschaltung im Schiebetrieb. Der Verbrennungsmotor wird dann mit reiner Luft durchströmt. Der zugehörige Lambdawert ist hier aus Darstellungsgründen als endliche Größe abgebildet, im Prinzip aber unendlich groß. In dieser Phase wird der Katalysator bis zur Grenze seiner Sauerstoffspeicherfähigkeit mit Sauerstoff befüllt. In der 3. Phase erfolgt nach Beendigung des Schiebetriebs vorübergehend ein Betrieb mit fettem Gemisch,

weil dies die Konvertierungsfähigkeit des Katalysators positiv beeinflusst. Diese Anfettung entspricht dem in Fig. 5 gebrauchten Begriffs des "Kat.-Ausräumens". Dieser Begriff umschreibt daher den gewollten Abbau des im Katalysator gespeicherten Sauerstoffs nach einer Schiebetriebsphase mit Sauerstoffüberschuß. Die Anfettung kann solange erfolgen (Zeitspanne t), bis das Signal der hinteren Sonde auf die Anfettung reagiert.

[0029] Fig. 3 b zeigt das korrespondierende Signal U_{Sonde_h} der hinteren Abgassonde für einen guten Katalysator einmal für den Fall mit Wasserstoffproduktion (Linie 1) und einmal für den Fall ohne Wasserstoffproduktion (Linie 2).

[0030] Betrachtet wird zunächst der Fall ohne Wasserstoffproduktion (Linie 2). In der Phase 1 zeigt das Signal U_{Sonde_h} mit ungefähr 600 Millivolt leicht fettes Gemisch an. In der 2. Phase mit Kraftstoffabschaltung sinkt die Sondenspannung wie dargestellt auf einen niedrigen Wert ab. Wenn der Katalysator bereits viel Sauerstoff gespeichert hat, kann das Absinken schnell - oder wie hier praktisch verzögerungslos - erfolgen.

[0031] Wenn die Kraftstoffzufuhr dann wieder mit einer fetten Gemischzusammensetzung einsetzt, wird der überschüssige Kraftstoff solange vom gespeicherten Sauerstoff kompensiert, bis der Sauerstoffspeicher des Katalysators leer ist. Bei einem neuen Katalysator ist die einzubringende Menge an fettem Gemisch ungleich höher als bei einem gealterten Katalysator. Die in der Fig. 3 dargestellte Zeit t ist daher proportional zur Sauerstoffspeicherfähigkeit, die wiederum ein Maß für den Alterungszustand des Katalysators bildet. Die dargestellte relativ lange Zeit t entspricht einem guten Katalysator, ohne daß Wasserstoff auftritt.

[0032] Das Einbringen von fettem Gemisch steigert jedoch die Wasserstoffproduktion. Der produzierte Wasserstoff zeigt daher eine Auswirkung (Fettverschiebung) auf das Signal der hinteren Sonde, die von der produzierten Wasserstoffmenge abhängt. Die Fettverschiebung hat hier zur Folge, daß das Signal bei Anwesenheit von Wasserstoff schneller ansteigt als bei Abwesenheit von Wasserstoff. Bei einem neuen Katalysator steigt das Sondenignal aufgrund der starken Wasserstoffproduktion wesentlich schneller an als bei einem alten Katalysator. Dies führt zu einer starken Verkürzung der Zeit t, während der das Signal der Sonde auf dem niedrigen Pegel verharrt.

[0033] Diese Situation wird durch den Verlauf der Linie 1 verdeutlicht, bei der die Zeit t praktisch überhaupt nicht auftritt.

[0034] Im Ergebnis führt dies zu dem - nicht zutreffenden - Ergebnis, daß die Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators nur noch klein ist, so daß der Katalysator fälschlich als bereits stark gealtert gewertet wird.

[0035] Bild 4 a zeigt den Verlauf der Luftzahl Lambda vor dem Katalysator in Verbindung mit einer Diagnose (Alterungszustandsbestimmung) des Katalysators durch Erfassen und Auswerten der Sauerstoffspeicher-

fähigkeit des Katalysators. Die 1. Phase entspricht wieder dem normalen Regelbetrieb: Die Luftzahl Lambda oszilliert mit geringer Amplitude um den Wert Eins, genauer um einen Wert etwas kleiner als Eins, herum. Die 2. Phase entspricht einer Anfechtung des Kraftstoff/Luft-Gemisches auf Werte kleiner als 1. Durch den daraus resultierenden Sauerstoffmangel im Abgas wird der Katalysator bei genügender Dauer der zweiten Phase vollständig von Sauerstoff entleert. In der 3. Phase erfolgt nach Beendigung der Kraftstoffanreicherung eine Phase mit Luftüberschuß. Dadurch wird der Katalysator wieder mit Sauerstoff gefüllt, bis das Signal der Abgassonde hinter dem Katalysator wieder Sauerstoffüberschuß registriert. Das Integral des relativen Luftüberschusses ($\lambda - 1$) multipliziert mit der während der Füllung des Katalysators mit Sauerstoff angesaugten Luftmenge ml stellt ein Maß für die Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators dar.

[0036] Fig. 4 b zeigt das korrespondierende Signal USonde_h während der Diagnose.

[0037] Da die Sprungrichtung des Signals der hinteren Abgassonde nicht von etwa vorhandenem Wasserstoff beeinflusst ist und weil der Katalysator bei Sauerstoffüberschuß im Abgas auch keinen Wasserstoff produziert, kann der Alterungszustand auf diese Weise unabhängig von einer Wasserstoffproduktion des Katalysators beurteilt werden.

[0038] Aus einem Vergleich der Ergebnisse der verschiedenen Verfahren zur Bestimmung der Sauerstoffspeicherfähigkeit kann die oben genannte zweite Information, die angibt, ob der Katalysator Wasserstoff produziert, gebildet werden.

[0039] In einem Ausführungsbeispiel kann zur Bestimmung der Sauerstoffspeicherfähigkeit wenigstens eine das Integral des Produktes der angesaugten Luftmenge ml und der Abweichung des Lambda-Istwertes vom Wert 1 zwischen einer Änderung des Sauerstoffgehaltes vor dem Katalysator und der zugehörigen Reaktion der Abgassonde hinter dem Katalysator ausgewertet werden. Insbesondere kann ein erstes Verfahren ein erstes Integral des Produktes der angesaugten Luftmenge ml und der Abweichung des Lambda-Istwertes vom Wert 1 bei einer Änderung des Sauerstoffgehaltes vor dem Katalysator beim Wechsel von Sauerstoffüberschuß zu Sauerstoffmangel liefern und ein zweites Verfahren kann ein zweites Integral bei einer Änderung des Sauerstoffgehaltes vor dem Katalysator beim Wechsel von Sauerstoffmangel zu Sauerstoffüberschuß liefern.

[0040] Die zweite Information signalisiert ein Auftreten von Wasserstoff dann, wenn das erste Integral einen gealterten Katalysator signalisiert und das zweite Integral einen neuen Katalysator signalisiert.

[0041] Fig. 5 zeigt ein selbsterklärendes Flußdiagramm als Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens. Schritt 5.1 korrespondiert zu dem mit Blick auf Fig. 3 beschriebenen Verfahren. Entsprechend korrespondiert Schritt 5.2 zur Fig. 4. Ein Beispiel für die Maßnahme nach Schritt 5.3 ist weiter oben mit der Kor-

rektur des Sollwertes für die vordere Abgassonde beschrieben.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches für einen Verbrennungsmotor mit einem Katalysator und wenigstens

- einer hinter dem Katalysator angeordneten Abgassonde, die eine erste Information über den Sauerstoffgehalt des Abgases liefert,
- welche die Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches beeinflusst,

dadurch gekennzeichnet,

- **daß** eine zweite Information über den hinter dem Katalysator im Abgas vorhandenen Wasserstoff gebildet wird und
- **daß** die zweite Information die Einstellung des Kraftstoff/Luft-Gemisches beeinflusst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite Information mit Hilfe eines Wasserstoffsensors gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite Information aus einem Vergleich der Ergebnisse verschiedener Verfahren zur Beurteilung des Alterungszustandes des Katalysators gebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

- Bilden einer ersten Größe für den Alterungszustand des Katalysators mit einem ersten Verfahren,
- Bilden einer zweiten Größe für den Alterungszustand des Katalysators mit einem zweiten Verfahren,
- Bilden einer dritten Größe, welche die Abweichung der ersten Größe von der zweiten Größe angibt,
- Vergleichen der dritten Größe mit einem vorbestimmten Schwellenwert
- Werten einer Schwellenwertüberschreitung als Zeichen für das Auftreten von Wasserstoff.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verfahren zur Bildung der Größe für den Alterungszustand auf Messungen der Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators unter Verwendung einer sauerstoffempfindlichen Abgassonde hinter dem Katalysator basieren.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verfahren zur Bildung der Größen für den Alterungszustand unterschiedlich empfindlich auf das Auftreten von Wasserstoff hinter dem Katalysator reagieren. 5
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste Verfahren die folgenden Schritte umfaßt: 10
- Vollständiges Füllen des Katalysators mit Sauerstoff durch Betrieb des Verbrennungsmotors mit Luftüberschuß,
 - Entleeren des Katalysators von Sauerstoff durch Betrieb des Verbrennungsmotors mit Kraftstoffüberschuß gegenüber der für stöchiometrische Verbrennung notwendigen Kraftstoffmenge, 15
 - Feststellen einer völligen Entleerung des Katalysators von Sauerstoff durch ein Sauerstoffmangelsignal der genannten Abgassonde, 20
 - Bestimmen der Kraftstoffüberschußmenge, mit der der Verbrennungsmotor zwischen dem Beginn des Entleerens des Katalysators und dem Auftreten des Sauerstoffmangelsignals betrieben wurde, 25
 - Bilden der ersten Größe für den Alterungszustand auf der Basis der bestimmten Kraftstoffüberschußmenge. 30
8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:
- Vollständiges Entleeren des Katalysators von Sauerstoff durch Betrieb des Verbrennungsmotors mit Kraftstoffüberschuß, 35
 - Füllen des Katalysators mit Sauerstoff durch Betrieb des Verbrennungsmotors mit Luftüberschuß gegenüber der für stöchiometrische Verbrennung notwendigen Luftmenge, 40
 - Feststellen einer völligen Füllung des Katalysators mit Sauerstoff durch ein Sauerstoffüberschußsignal der genannten Abgassonde, 45
 - Bestimmen der Sauerstoffüberschußmenge, mit der der Verbrennungsmotor zwischen dem Beginn des Füllens des Katalysators und dem Auftreten des Sauerstoffüberschußsignals betrieben wurde, 50
 - Bilden der zweiten Größe für den Alterungszustand auf der Basis der bestimmten Sauerstoffüberschußmenge.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite Information das Auftreten von Wasserstoff signalisiert, wenn das erste Verfahren den Katalysator als alt beurteilt und das zweite Verfahren den Katalysator als neu 55
10. Elektronische Steuereinrichtung zur Durchführung der Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 - 9.

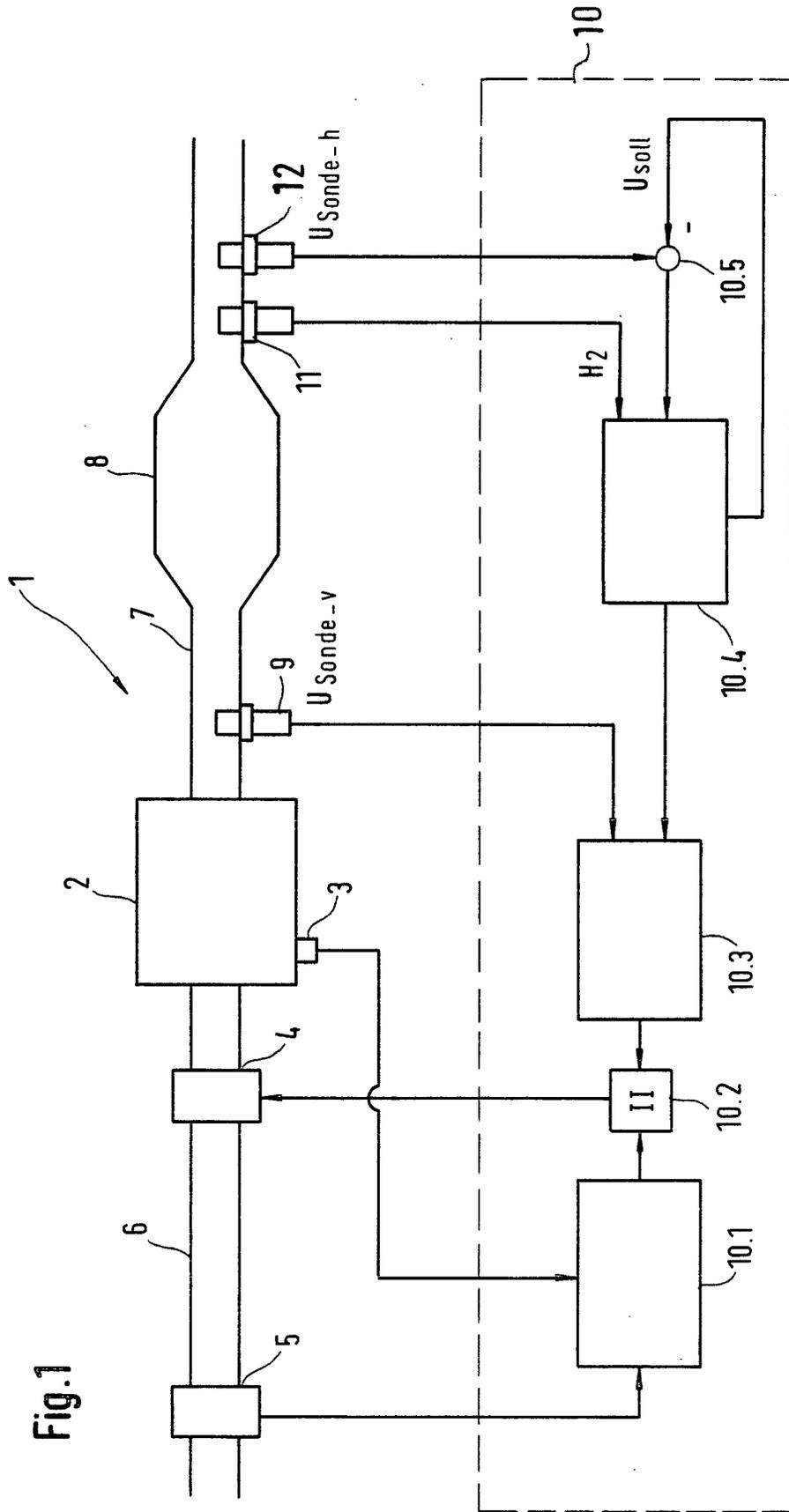


Fig.1

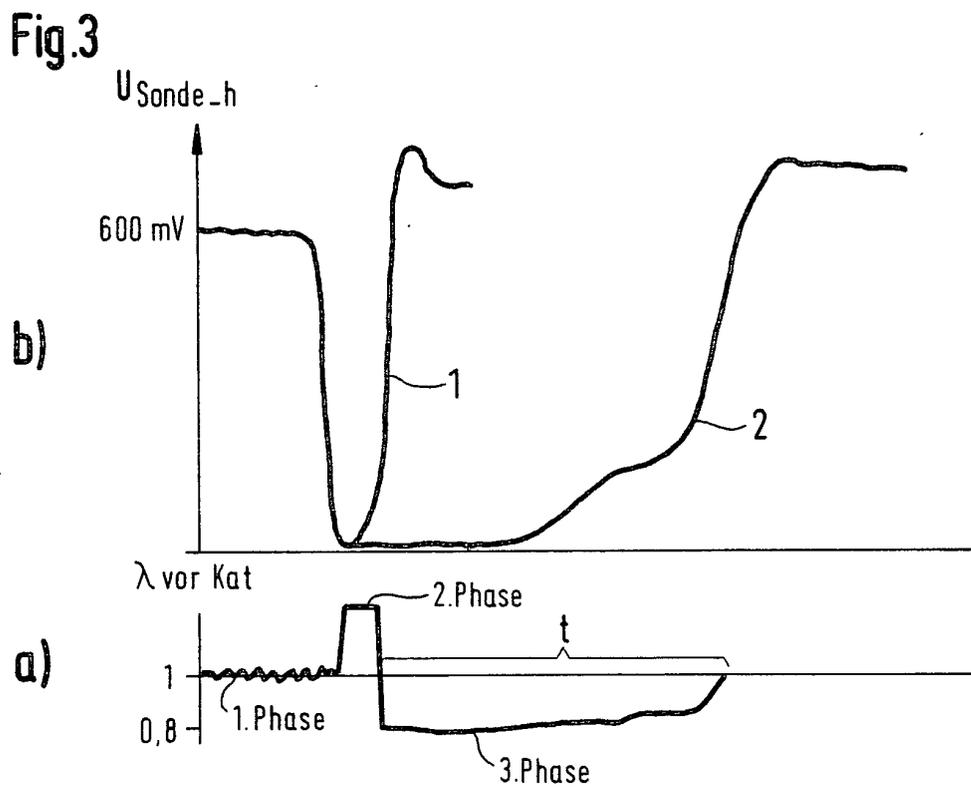
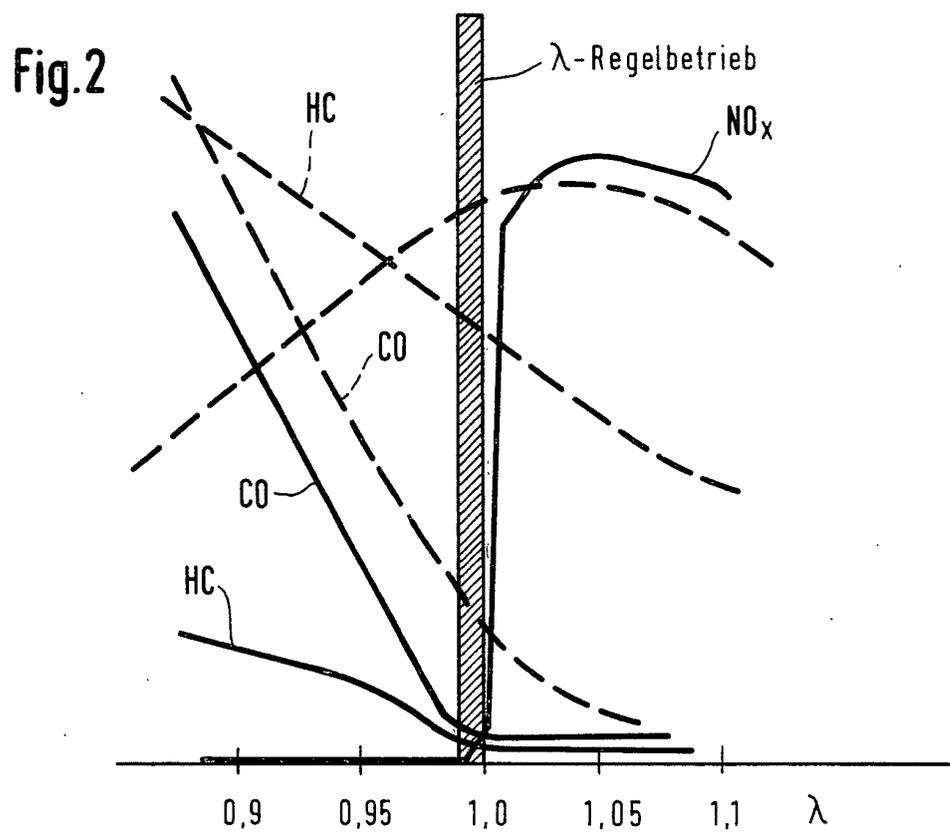


Fig.4

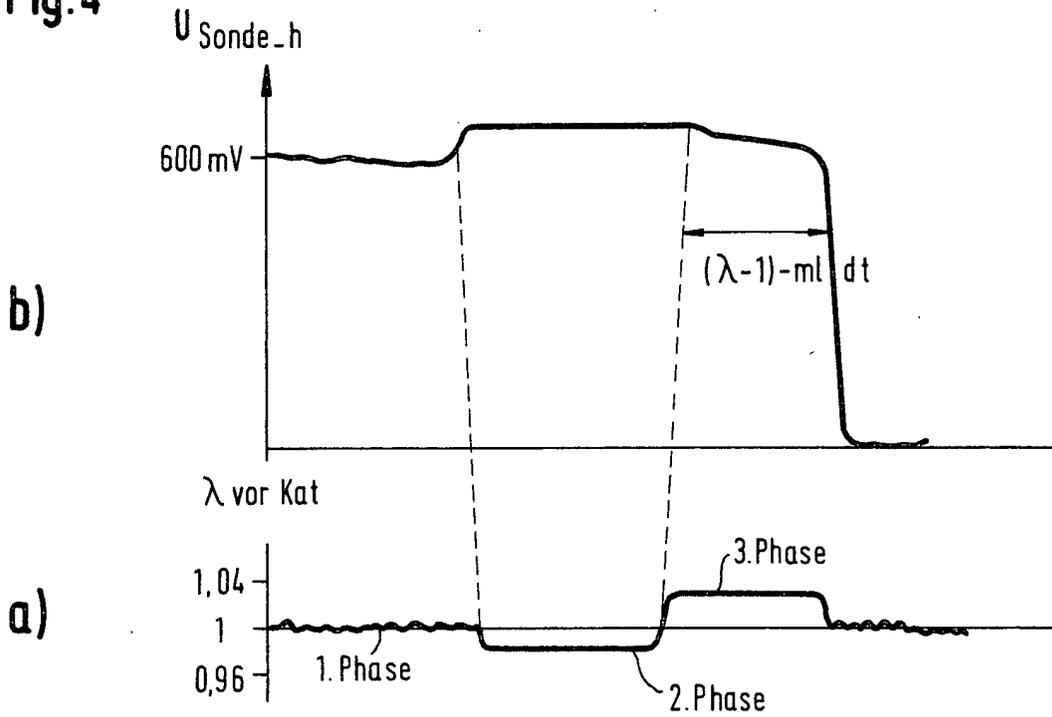
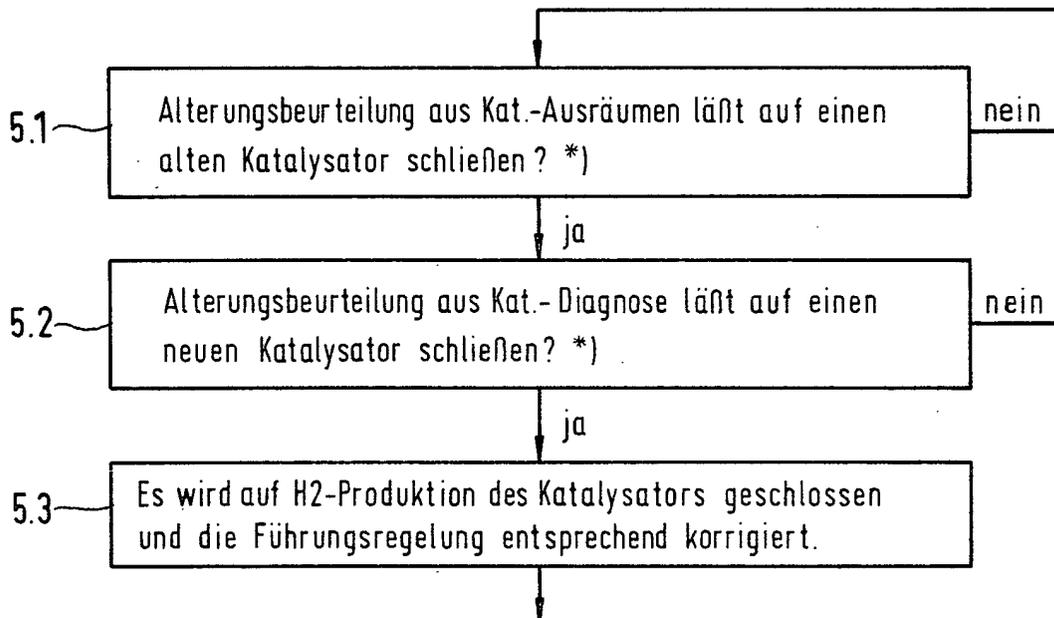


Fig.5



*) ...Reihenfolge auch umgekehrt möglich.