



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 143 132 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.10.2001 Patentblatt 2001/41

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

(21) Anmeldenummer: **01106488.8**

(22) Anmeldetag: **26.03.2001**

(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

(30) Priorität: **05.04.2000 DE 10016886**

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft
38436 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Drückhammer, Jens, Dr.
38108 Braunschweig (DE)**

- **Krebs, Rudolf, Dr.
38176 Wendeburg (DE)**
- **Wehling, Wolfgang
38112 Braunschweig (DE)**
- **Lang, Axel
38302 Wolfenbüttel (DE)**
- **Wittig, Frank-Michael
38112 Braunschweig (DE)**
- **Almstadt, Kurt, Dr.
38146 Bortfeld (DE)**

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Regelung einer Verbrennungskraftmaschine

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der Restsauerstoffgehalt eines Abgases der Verbrennungskraftmaschine mittels einer linearen Breitband-Lambdasonde gemessen wird und ein von dem Restsauerstoffgehalt des Abgases abhängiges Signal einem Steuergerät übermittelt wird und das Steuergerät hieraus ein die Zusammensetzung der Verbrennungskraftmaschine zugeführten Kraftstoff-Luft-Gemisch beeinflussendes Stellsignal generiert, sowie eine Vorrichtung zur Lambdaregelung einer Verbrennungskraftmaschine, die wenigstens eine in einer Abgasleitung angeordnete lineare Breitband-Lambdasonde umfasst, sowie ein Steuergerät besitzt, mittels dem ein von der Lambdasonde geliefertes Signal erfassbar ist und das Mittel zum Erstellen eines Kraftstoff-Luft-Gemisches für die Verbrennungskraftmaschine ansteuert.

Es ist vorgesehen, dass beim erfindungsgemäßen Verfahren eine Steigung der Ist-Kennlinie der linearen Breitband-Lambdasonde - während des bestimmungsgemäßen Einsatzes der linearen Breitband-Lambdasonde bei der Regelung einer Verbrennungskraftmaschine - ermittelt wird, eine Abweichung der Steigung von einer Soll-Kennlinie ermittelt wird und aus der Abweichung ein Korrekturwert ermittelt wird, mit dem das Signal der linearen Breitband-Lambdasonde korrigiert wird. Die erfindungsgemäße Vorrichtung sieht Mittel (36) vor, mittels denen eine Steigung einer Ist-Kennlinie (34) der Lambdasonde (16) ermittelbar ist und Mittel (40, 42), mittels denen eine Steigung einer Soll-Kennli-

nie (32) ermittelbar ist und Mittel (44, 46) zum Ermitteln eines Korrekturwertes (K_{LSU}) des Signals (U_{LSU}) der Lambdasonde (16).

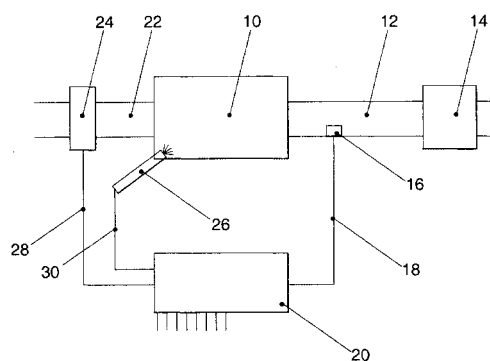


FIG.1

EP 1 143 132 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Verbrennungskraftmaschine mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen sowie eine Vorrichtung mit den im Obergriff des Anspruchs 8 genannten Merkmalen.

[0002] Zur Regelung eines Betriebsmodus einer Verbrennungskraftmaschine ist es bekannt, in einem Abgaskanal wenigstens eine Lambdasonde anzuordnen. Mit Hilfe der Lambdasonde kann eine Restsauerstoffkonzentration in dem Abgas erfasst werden und hieraus ein Rückschluss auf das Verhältnis eines Sauerstoffanteils zu einem Kraftstoffanteil in einem dem Verbrennungsprozess zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemisch erfolgen.

[0003] Ein von der Lambdasonde bereitgestelltes Signal wird einem Motorsteuergerät zugeführt, das hieraus ein die Zusammensetzung des Kraftstoff-Luft-Gemisches beeinflussendes Stellsignal generiert. Mittels diesem Stellsignal kann beispielsweise eine Kraftstofffeinspritzung oder eine Luftmengenführung zu der Verbrennungskraftmaschine geregelt werden.

[0004] Bekannt sind sogenannte Zweipunkt-Lambdasonden, die eine stark nicht lineare Kennlinie mit einem sehr steilen Übergang bei $\lambda = 1$ aufweisen. Mittels derartiger Lambdasonden lassen sich nur zwei Zustände erfassen, nämlich Kraftstoff liegt im stöchiometrischen Überschuss oder Luft liegt im stöchiometrischen Überschuss des Kraftstoff-Luftgemisches vor.

[0005] Um eine verbesserte Lambdaregelung der Verbrennungskraftmaschine zu erreichen, insbesondere auch um für unterschiedliche Betriebsmodi der Verbrennungskraftmaschine, wie beispielsweise Kaltstart oder Vollast, beziehungsweise für unterschiedliche Typen von Verbrennungskraftmaschinen, wie beispielsweise Schichtlademotoren oder Magermotoren, ist der Einsatz sogenannter Breitband-Lambdasonden bekannt. Diese Breitband-Lambdasonden zeichnen sich durch eine lineare Kennlinie aus, die über einen großen Bereich, beispielsweise $\lambda = 0,7$ bis 5, verläuft. Mittels derartiger linearer Breitband-Lambdasonden kann eine kontinuierliche Lambdaregelung ausgeführt werden, deren Sollwert im gesamten Messbereich der linearen Breitband-Lambdasonde liegen kann. Derartige lineare Breitband-Lambdasonden zeichnen sich darüber hinaus durch ein schnelleres Ansprechen und eine genauere Regelung aus.

[0006] Beim Einsatz derartiger linearer Breitband-Lambdasonden ist jedoch nachteilig, dass diese, bedingt durch Herstellungstoleranzen, Alterungseinflüsse, Vergiftungseinflüsse oder dergleichen, einen Offset oder eine Steigungsabweichung in der Kennlinie haben können, die eine genaue Regelung beeinträchtigen. Insbesondere bei relativ weit von $\lambda = 1$ liegenden Regelwerten für Lambda weitet sich ein Fehlerband (Toleranzband) der linearen Kennlinie auf. Der Verlauf der linearen Kennlinie ist insbesondere bei mageren Kraft-

stoff-Luft-Gemischen mit $\lambda > 1$ relativ flach, so dass dort Abweichungen in der Kennlinie zu relativ großen Fehlern führen. Derartige Fehler führen dazu, dass gegenüber dem gewünschten Lambda ein falsches Lambda eingeregelt wird. Hieraus resultiert eine Beeinträchtigung der Verbrennungsqualität, eine höhere Schadstoffemission sowie ein erhöhter Kraftstoffverbrauch.

[0007] Aus der DE 196 29 552 C1 ist eine Vorrichtung zum Kompensieren der Temperaturdrift einer linearen Breitband-Lambdasonde bekannt. Hier wird vorgeschlagen, in einem Steuergerät ein Kennfeld abzulegen, das abhängig von der Arbeitstemperatur der Lambdasonde zugehörige Werte für das Ausgangssignal beinhaltet. Hierdurch wird möglich, abhängig von der Ist-Temperatur, eine Temperaturdrift der Lambdasonde auszugleichen.

[0008] Aus der DE 195 45 706 A1 ist ein Verfahren zur Kalibrierung einer Zweipunkt-Lambdasonde in einer Verbrennungskraftmaschine bekannt, bei dem ein Katalysator während eines bestimmten Zeitraums mit einem überfetteten Kraftstoff-Luft-Gemisch versorgt wird und während dieses Zeitraums die Signalwerte der Lambdasonde unabhängig von anderen Regelsignalen gemessen werden. Hierdurch soll ein Korrekturwert gebildet werden, der bei Normalbetrieb der Verbrennungskraftmaschine dem Sondensignal zugeführt wird.

[0009] Aus der EP 0 686 232 B1 ist bekannt, eine lineare Breitband-Lambdasonde mit einer Zweipunkt-Lambdasonde zu kombinieren, um die lineare Breitband-Lambdasonde bei einem Wert $\lambda = 1$ mittels der Zweipunkt-Lambdasonde zu kalibrieren.

[0010] Die US-PS 5,473,889 beschreibt eine Anordnung, bei der einerseits eine lineare Breitband-Lambdasonde und andererseits eine weitere Gasmess-Sonde vorgesehen sind. Anhand der von den beiden Sonden gelieferten Messergebnisse soll das von der linearen Breitband-Lambdasonde gelieferte Signal verifiziert werden.

[0011] Schließlich ist aus der EP 0 894 187 B1 ein Verfahren zur modellgestützten Instationärsteuerung einer Verbrennungskraftmaschine bekannt, bei der Kraftstoffablagerungen im Saugrohr mittels eines sogenannten Wandfilmmodells berücksichtigt werden, wobei die Parameter des Wandfilmmodells unter anderem aus einem Ausgangssignal einer im Abgastrakt der Verbrennungskraftmaschine angeordneten linearen Breitband-Lambdasonde adaptiert werden.

[0012] Aus der allgemeinen Messtechnik sind sogenannte Regressionsrechnungen bekannt, mittels denen eine Näherungskurve aus einer gegebenen Anzahl von Messpunkten bestimmt werden kann. Im Ergebnis der Regressionsrechnung sind Parameter der Näherungskurve, beispielsweise eine Steigung einer Geraden beziehungsweise ein Offset, darstellbar.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art anzugeben, mittels denen in einfacher Weise eine genaue Lambdaregelung von Verbrennungskraftma-

schinen in einem großen Regelbereich durchführbar ist.

[0014] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen und eine Vorrichtung mit den im Anspruch 8 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass eine Steigung der Ist-Kennlinie der linearen Breitband-Lambda-sonde - während des bestimmungsgemäßen Einsatzes der linearen Breitband-Lambda-sonde bei der Regelung einer Verbrennungskraftmaschine - ermittelt wird, eine Abweichung der Steigung von einer Soll-Kennlinie ermittelt wird und aus der Abweichung ein Korrekturwert ermittelt wird, mit dem das Stellsignal für die Beeinflussung der Zusammensetzung des Kraftstoff-Luft-Gemisches zum Betrieb der Verbrennungskraftmaschine korrigiert wird, ist vorteilhaft möglich, selbsttätig fortlaufend die Ist-Kennlinie der linearen Breitband-Lambda-sonde anzupassen. Somit können insbesondere ohne zusätzlichen Bauelementeaufwand, beispielsweise durch zusätzliche Sonden oder dergleichen, zum Kalibrieren der linearen Breitband-Lambda-sonde exakte Lambdawerte vorgegeben werden. Ferner wird hierdurch vorteilhaft möglich, bei der Herstellung der linearen Breitband-Lambda-sonden größere Fertigungstoleranzen zuzulassen, da während des bestimmungsgemäßen Einsatzes der Lambda-sonden eine automatische Kompensation der vorhandenen Ist-Fehler erfolgt. Hierdurch kommt es zu einer Reduzierung der Produktionskosten, da Anforderungen an Qualitätsüberwachung usw. verringert werden können und andererseits die Ausbeute des Herstellungsprozesses erhöht ist.

[0015] Ferner ist vorteilhaft möglich, durch das erfindungsgemäße Verfahren alterungsbedingte beziehungsweise vergiftungsbedingte Änderungen der Kennlinien zu kompensieren, so dass die Standzeit der linearen Breitband-Lambda-sonden erhöht werden kann.

[0016] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steigung der Ist-Kennlinie durch eine Regressionsrechnung ermittelt wird, bei der vorzugsweise die Regressionsrechnung die Ausgangssignale der linearen Breitband-Lambda-sonde und ein Lambdasoll-Signal zum Betrieb der Verbrennungskraftmaschine auswertet. Durch eine derartige Verknüpfung der Signale lässt sich ein Regressionsfaktor ermitteln, der die mittlere Steigung der Ist-Kennlinie im Punkt des Lambda-Soll-Mittelwertes darstellt. Dieser Regressionsfaktor kann bevorzugt mit der Soll-Kennlinie der eingesetzten linearen Breitband-Lambda-sonde sowie dem Lambda-Soll-Wert verknüpft werden, so dass ein Korrekturfaktor zur Verfügung steht, mittels dem das von der linearen Breitband-Lambda-sonde gelieferte Signal korrigiert werden kann. Hierdurch wird eine exakte Lambdaregelung der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere auch über einen weiten Lambdaregelbereich, in fetten und mageren Betriebsmodi die Verbrennungskraftmaschine möglich.

[0017] Ferner wird durch das erfindungsgemäße Verfahren in einfacher Weise eine Onboard-Diagnose mög-

lich, da durch die Regression die Abweichung der tatsächlichen Kennlinie der linearen Breitband-Lambda-sonde von der idealen Kennlinie ermittelbar ist. Diese Abweichung der tatsächlichen von der idealen Kennlinie kann in einfacher Weise mit einer maximal zulässigen Abweichung verglichen werden, so dass bei Überschreiten der maximal zulässigen Abweichungen auf einen Fehlerfall erkannt wird, der beispielsweise einen Austausch der linearen Breitband-Lambda-sonde erfordert.

[0018] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

[0019] Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 schematisch eine mit einer Lambdaregelung ausgestattete Verbrennungskraftmaschine;

Figur 2 zwei Kennlinien von linearen Breitband-Lambda-sonden;

Figur 3 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Lambda-sondenkorrektur und

Figur 4 den Verlauf einzelner Kennlinien der erfindungsgemäßen Lambda-sondenkorrektur.

[0020] Figur 1 zeigt schematisch eine Verbrennungskraftmaschine 10, deren Abgasleitung 12 mit einem Katalysator, insbesondere einem 3-Wege-Katalysator 14, verbunden ist. In der Abgasleitung 12 ist eine lineare Breitband-Lambda-sonde 16 (nachfolgend Lambda-sonde 16) angeordnet. Eine Signalleitung 18 der Lambda-sonde 16 ist mit einem Motorsteuergerät 20 verbunden.

[0021] Die Verbrennungskraftmaschine 10 umfasst ferner eine Ansaugleitung 22, in der ein Mittel 24 zum Einstellen einer Ansaugluftmenge angeordnet ist. Ferner ist ein Mittel 26 zum Einbringen, beispielsweise Einspritzen, eines Kraftstoffes in die Verbrennungskraftmaschine 10, insbesondere in die Ansaugluft, vorgesehen. Die Mittel 24 und 26 sind jeweils über Steuerleitungen 28 beziehungsweise 30 ebenfalls mit dem Motorsteuergerät 20 verbunden. Das Motorsteuergerät 20 besitzt weitere, hier lediglich angedeutete Anschlüsse, mit denen eine Vielzahl von Überwachungen, Steuerungen, Regelungen oder dergleichen der Verbrennungskraftmaschine 10 übernommen werden können. Auf diese wird jedoch im Rahmen der vorliegenden Beschreibung nicht näher eingegangen.

[0022] Die allgemeine Funktionsweise der in Figur 1 gezeigten schematischen Anordnung ist folgende:

[0023] In der Verbrennungskraftmaschine 10 wird ein Kraftstoff-Luft-Gemisch verbrannt, um eine Antriebsenergie, beispielsweise für ein Kraftfahrzeug, zu erzeugen. Das Abgas des Verbrennungsprozesses wird über die Abgasleitung 12 einem Katalysator 14, mittels dem

beispielsweise Stickoxide NO_x , Kohlenwasserstoffe HC oder Kohlenmonoxid CO absorbiert werden, zugeführt. Das Abgas wird hierbei an der Lambdasonde 16 vorbeigeführt, mittels der ein Restsauerstoffgehalt des Abgases 12 in bekannter Weise messbar ist. Ein dem Restsauerstoffgehalt entsprechendes Signal wird von der Lambdasonde 16 dem Motorsteuergerät 20 übermittelt. Das Motorsteuergerät 20 stellt Steuersignale für die Mittel 24 und 26 bereit, mittels denen eine Luftmenge und/oder eine Kraftstoffmenge für das in der Verbrennungskraftmaschine 10 zu verbrennende Kraftstoff-Luft-Gemisch dosiert wird. Entsprechend einem vorgegebenen Lambdawert wird hierbei das von der Lambdasonde 16 bereitgestellte Signal berücksichtigt.

[0024] In Figur 2 ist eine Kennlinie der linearen Breitband-Lamdasonde 16 mit 32 bezeichnet. Hierbei ist die Ausgangsspannung U_{LSU} der Lambdasonde 16 über dem Wert Lambda aufgetragen. Übliche Lambdasonden 16 besitzen bei einem Lambdawert = 1 eine Ausgangsspannung U von 2,5 V. Zum Vergleich ist eine zweite Kennlinie 34 eingetragen, die fehlerbehaftet ist. Diese weist eine insgesamt geringere Steigung um den Wert $\lambda = 1$ auf. Dies bedeutet, diese fehlerhafte Kennlinie 34 besitzt im mageren Bereich ($\lambda > 1$) eine zu niedrige Ausgangsspannung U_{LSU} und im fetten Bereich ($\lambda < 1$) eine zu hohe Ausgangsspannung U_{LSU} . Dies führt dazu, dass um den Wert $\lambda = 1$ ein Gradient ΔU_{LSU} 34 kleiner ist als ein Gradient ΔU_{LSU} 32, da die Kennlinie 34 um den Wert $\lambda = 1$ eine geringere Steigung aufweist.

[0025] Derartige fehlerhafte Kennlinienverläufe 34 können beispielsweise durch Fertigungstoleranzen, Alterungserscheinungen oder Vergiftungserscheinungen auftreten. In jedem Fall führt dies zu einer Abweichung der Steigung der Ist-Kennlinie 34 von der Soll-Kennlinie 32.

[0026] Figur 3 zeigt in einem Blockschaltbild die erfindungsgemäße Lambdasondenkorrektur, mittels der beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Lambdasonde 16 (Figur 1) der beispielsweise anhand von Figur 2 erläuterte Offset der Kennlinie 34 von der Soll-Kennlinie 32 ausgeglichen werden kann.

[0027] Die einzelnen Bauelemente der Lambdasondenkorrektur sind in das Motorsteuergerät 20 integriert.

[0028] Das Spannungssignal U_{LSU} der Lambdasonde 16 wird einerseits einer Regressionsrechnung 36 und andererseits einem Subtrahierglied 38 zugeführt. Der Regressionsrechnung 36 wird ferner ein Signal λ_{Soll} zugeführt. Das Signal λ_{Soll} wird ferner einem Speichermittel 40 zugeführt, in dem die Soll-Kennlinie 32 abgespeichert ist. Anhand der im Speichermittel 40 abgelegten Kennlinie 32 wird aus dem Signal λ_{Soll} ein Signal $U_{\text{LSU-modell}}$ ermittelt, das einem Differenzierglied 42 zugeführt wird. Das Differenzierglied 42 wird gleichzeitig mit dem Signal λ_{Soll} beaufschlagt. Am Ausgang des Differenziergliedes 42 liegt ein Signal $d U_{\text{LSU-modell}} / d \lambda_{\text{Soll}}$ an, das der Sollsteigung der Kennlinie 32 entspricht.

[0029] Am Ausgang der Regressionsrechnung 36 liegt ein Signal $d U_{\text{LSU}} / d \lambda$ Soll an, das der Ist-Steigung

der Kennlinie 34 entspricht. Dieses Signal entspricht dem Regressionsfaktor R_{LSU} der Lambdasonde 16. Dieser stellt die mittlere Steigung der Ist-Kennlinie 34 im Punkt des Lambdasoll-Mittelwertes dar. Über ein Verhältnissglied 44 wird der Regressionsfaktor R_{LSU} mit der Sollsteigung der Kennlinie 32 verknüpft und einem Adaptionsglied 46 zugeführt. Das Adaptionsglied 46 ermittelt aus dem Eingangssignal einen Korrekturfaktor K_{LSU} für die Lambdasonde 16.

[0030] Das Ist-Signal U_{LSU} der Lambdasonde 16 wird über das Subtrahierglied 38 mit einer Spannung von 2,5 V, die der Sollspannung bei $\lambda = 1$ entspricht, verknüpft. Die sich hieraus ergebende Differenz wird über ein Multiplizierglied 48 mit dem Korrekturfaktor K_{LSU} verknüpft. Das Multiplizierglied 48 ist mit einem Summierglied 50 verbunden, über das der zuvor im Subtrahierglied 38 abgezogene Spannungswert 2,5 V dem Signal wieder aufaddiert wird, so dass als Ausgangssignal ein korrigiertes Spannungssignal $U_{\text{LSU-korrigiert}}$ der Lambdasonde 16 zur Verfügung steht und durch das Motorsteuergerät 20 (Figur 1) für die Regelung der Verbrennungskraftmaschine 10 eingesetzt werden kann.

[0031] Es wird deutlich, dass durch die Signalverarbeitung erreicht wird, dass eine Abweichung der Steigung der Ist-Kennlinie 34 von der Steigung der Soll-Kennlinie 32 in einfacher Weise korrigiert werden kann.

[0032] In Figur 4 werden typische Signalverläufe der anhand von Figur 3 erläuterten Lambdasondenkorrektur gezeigt. Hierbei sind die einzelnen Signalverläufe über der Zeit t aufgetragen. Mit 60 ist ein Sollwert für die Steigung der Soll-Kennlinie 32, also $d U_{\text{LSU-modell}} / d \lambda_{\text{Soll}}$ dargestellt. Ferner ist mit 62 ein Verlauf des Regressionsfaktors R_{LSU} dargestellt. Mit 64 ist eine Kennlinie aufgetragen, die ein Rauschen des Spannungssignals U_{LSU} darstellt. Die Kennlinie 64 oszilliert hierbei um einen Rauschfaktor RF von 1.

[0033] Mit 66 ist die Kennlinie des Spannungssignals U_{LSU} entsprechend der Soll-Kennlinie 32 (Figur 2) für eine Lambdaregelung von $\pm 3\%$ aufgetragen. Dies bedeutet, der Wert λ_{Soll} schwankt (toggelt) um einen Wert von 0,97 bis 1,03. Die durch die Rauschsignale 64 tatsächlich vorhandenen Signalstörungen führen zu einem Kennlinienverlauf 68, der aus einer Überlagerung des Kennlinienverlaufs 66 mit der Kennlinie 64 resultiert. Die Kennlinie 66 entspricht somit dem Sollsignal, während die Kennlinie 68 dem Ist-Signal entspricht. Anhand der Kennlinie 62 wird deutlich, dass der Regressionsfaktor R_{LSU} schon nach kurzer Zeit sich dem Verlauf der Kennlinie 60, die der Sollsteigung der Kennlinie 32 entspricht, annähert. Der Regressionsfaktor 62 wird bei jedem neu hinzukommenden Messwertpaar, dies ist die tatsächliche Mess-Spannung U_{LSU} der Lambdasonde 16 und des Wertes λ_{Soll} zu einem beliebigen Zeitpunkt, neu über alle Messwerte des Messzyklus berechnet. Der Messzyklus beginnt beispielsweise bei jedem Neustart der Verbrennungskraftmaschine 10. Hierdurch nimmt die Anzahl der in die Regression einbezogenen Messwerte mit jedem neuen Messwertpaar zu. Es wird deut-

lich, dass bereits nach kurzer Zeit, insbesondere innerhalb weniger Sekunden, der Verlauf 62 des Regressionsfaktors den Verlauf der Kennlinie 60 sich annähert.

[0034] Anhand dieser modellhaften Darstellung der Kennlinien wird deutlich, dass trotz Überlagerung des Lambdasollsignals (Kennlinie 66) durch das Rauschsignal 64 das Ausgangssignal U_{LSU} korrigiert (Figur 3) durch die fortlaufende Ermittlung des Regressionsfaktors R_{LSU} bei der Lambdaregelung der Verbrennungskraftmaschine 10 die Abweichung der Steigung der Ist-Kennlinie 34 von der Soll-Kennlinie 32 kompensiert.

[0035] Anhand der Erläuterung wird ferner deutlich, dass durch die Lambdasondenkorrektur, wie sie in Figur 3 gezeigt ist, eine Abweichung der Steigung der Ist-Kennlinie 34 von der Soll-Kennlinie 32 für jede lineare Breitband-Lambdasonde 16 erfolgen kann. Diese Abweichung kann durch Herstellungstoleranzen, durch Alterung oder durch Vergiftungserscheinungen hervorgerufen sein. Dies stellt für die Korrektur des Lambdasonden-Spannungssignals U_{LSU} kein Kriterium dar.

[0036] Durch die Lambdasondenkorrektur kann gleichzeitig eine Onboard-Diagnose des die Verbrennungskraftmaschine 10 aufweisenden Kraftfahrzeuges durchgeführt werden. Ist der Regressionsfaktor R_{LSU} und/oder der Korrekturfaktor K_{LSU} so groß, dass die Abweichung der Ist-Kennlinie 34 von der Soll-Kennlinie 32 eine vorgebbare maximale Abweichung übersteigt, kann hieraus auf einen Fehler der Lambdasonde 16, der nicht mehr durch die erfindungsgemäße Korrektur kompensiert werden kann, geschlossen werden. Durch Bereitstellen eines entsprechenden Signals kann der Austausch der entsprechenden Lambdasonde 16 angezeigt werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0037]

10	Verbrennungskraftmaschine
12	Abgasleitung
14	3-Wege-Katalysator
16	Breitband-Lambdasonde
18	Signalleitung
20	Motorsteuergerät
22	Ansaugleitung
24	Mittel
26	Mittel
28	Steuerleitungen
30	Steuerleitungen
32	Soll-Kennlinie
34	Ist-Kennlinie
36	Regressionsrechnung
38	Subtrahierglied
40	Speichermittel
42	Differenzierglied
44	Verhältnissglied
46	Adaptionsglied
48	Multiplizierglied

50	Summierglied
60	Sollwert für die Steigung der Soll-Kennlinie 32
62	Verlauf des Regressionsfaktors R_{LSU}
64	Rauschsignale
5 66	Kennlinienverlauf
68	Kennlinienverlauf
U_{LSU}	Lambdasonden-Spannungssignal
R_{LSU}	Regressionsfaktor
K_{LSU}	Korrekturfaktor
10 RF	Rauschfaktor

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zur Regelung einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der Restsauerstoffgehalt eines Abgases der Verbrennungskraftmaschine mittels einer linearen Breitband-Lambdasonde gemessen wird und ein von dem Restsauerstoffgehalt des Abgases abhängiges Signal einem Steuergerät übermittelt wird und das Steuergerät hieraus ein die Zusammensetzung der Verbrennungskraftmaschine zugeführten Kraftstoff-Luft-Gemisch beeinflussendes Stellsignal generiert, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steigung der Ist-Kennlinie der linearen Breitband-Lambdasonde - während des bestimmungsgemäßen Einsatzes der linearen Breitband-Lambdasonde bei der Regelung einer Verbrennungskraftmaschine - ermittelt wird, eine Abweichung der Steigung von einer Soll-Kennlinie ermittelt wird und aus der Abweichung ein Korrekturwert ermittelt wird, mit dem das Signal der linearen Breitband-Lambdasonde korrigiert wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steigung der Ist-Kennlinie durch eine Regressionsrechnung ermittelt wird.
- 25 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regressionsrechnung das Ist-Signal (U_{LSU}) der linearen Breitband-Lambdasonde und ein Sollwert (λ_{Soll}) der Lambdaregelung zugeführt wird.
- 30 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steigung der Soll-Kennlinie aus einer bekannten Soll-Kennlinie und dem Sollwert (λ_{Soll}) ermittelt wird.
- 35 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Regressionsfaktor (R_{LSU}) der Regressionsrechnung mit der Steigung der Soll-Kennlinie verknüpft wird und hieraus ein Korrekturfaktor (K_{LSU}) für das Ist-Signal (U_{LSU}) ermittelt wird.
- 40 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regres-
- 45
- 50
- 55

sionsfaktor (R_{LSU}) in vorgebbaren Zeitschritten mit jedem neu hinzukommenden Messwertpaar des Ist-Signals (U_{LSU}) und des Sollwertes (λ_{Soll}) neu über alle Messwerte des Messzyklus ermittelt wird.

5

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regressionsfaktor (R_{LSU}) und/oder der Korrekturfaktor (K_{LSU}) für eine Onboard-Diagnose eines die Verbrennungskraftmaschine aufweisenden Kraftfahrzeuges eingesetzt wird. 10
8. Vorrichtung zur Lambdaregelung einer Verbrennungskraftmaschine, die wenigstens eine in einer Abgasleitung angeordnete lineare Breitband-Lambdasonde umfasst, sowie ein Steuergerät besitzt, mittels dem ein von der Lambdasonde geliefertes Signal erfassbar ist und das Mittel zum Erstellen eines Kraftstoff-Luft-Gemisches für die Verbrennungskraftmaschine ansteuert, **gekennzeichnet durch** Mittel (36), mittels denen eine Steigung einer Ist-Kennlinie (34) der Lambdasonde (16) ermittelbar ist und Mittel (40, 42), mittels denen eine Steigung einer Soll-Kennlinie (32) ermittelbar ist und Mittel (44, 46) zum Ermitteln eines Korrekturwertes (K_{LSU}) des Signals (U_{LSU}) der Lambdasonde (16). 15 20 25

30

35

40

45

50

55

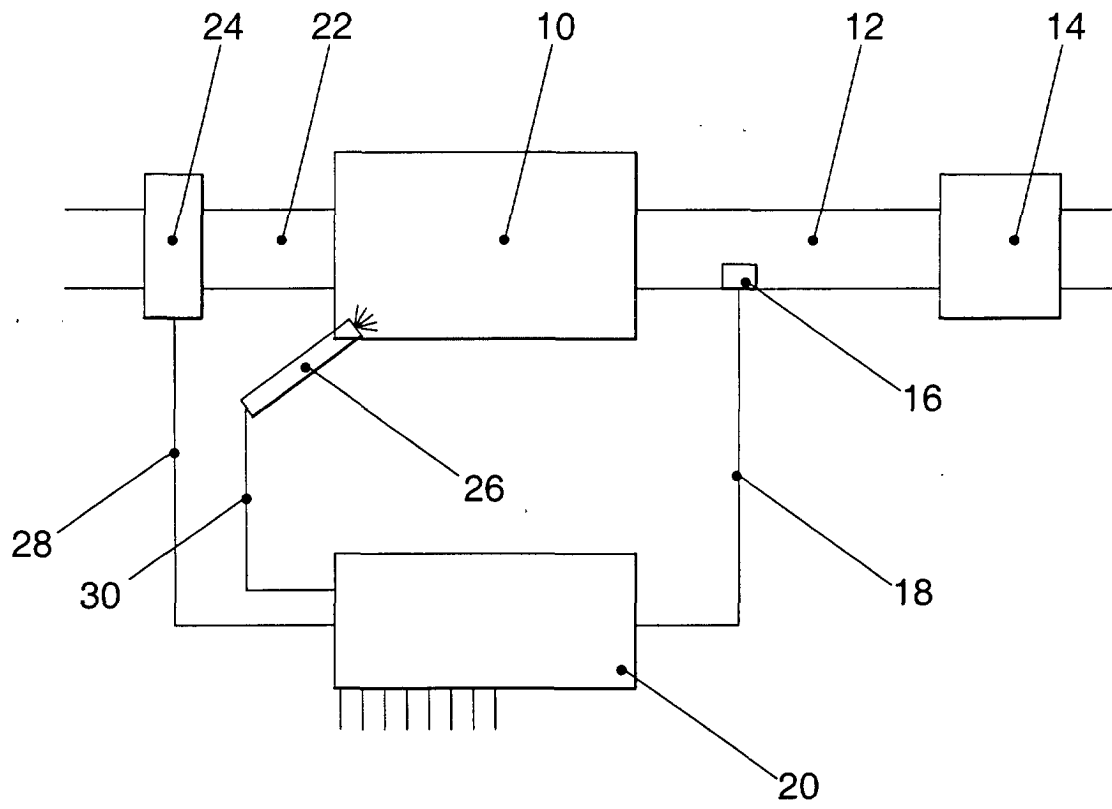


FIG.1

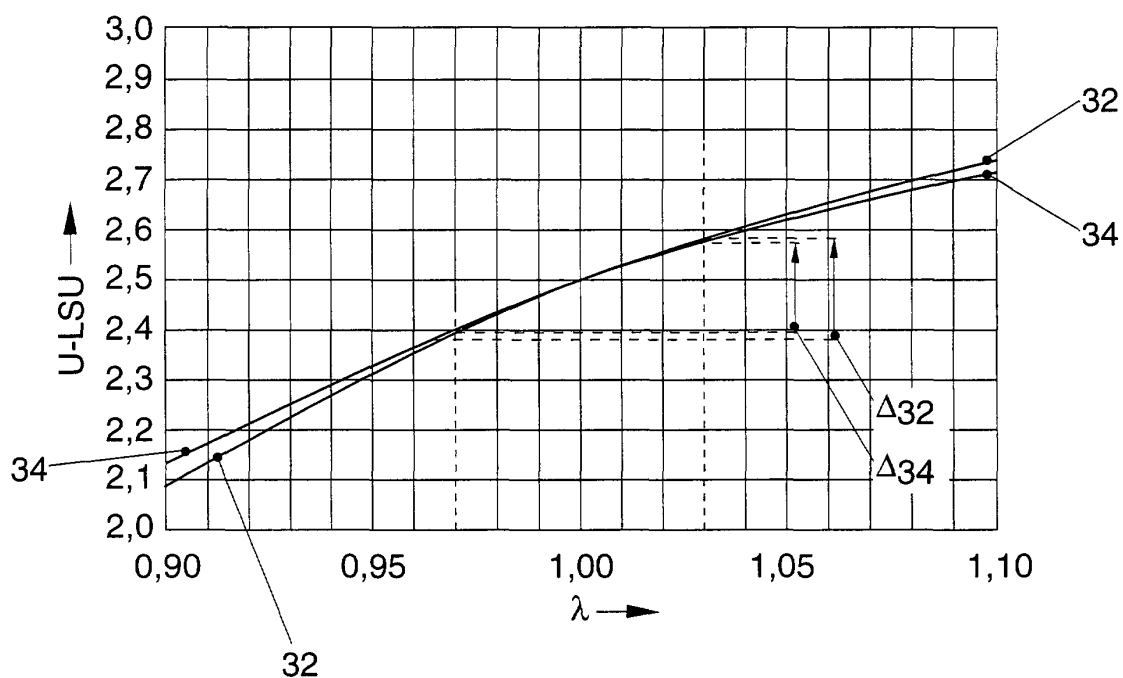


FIG. 2

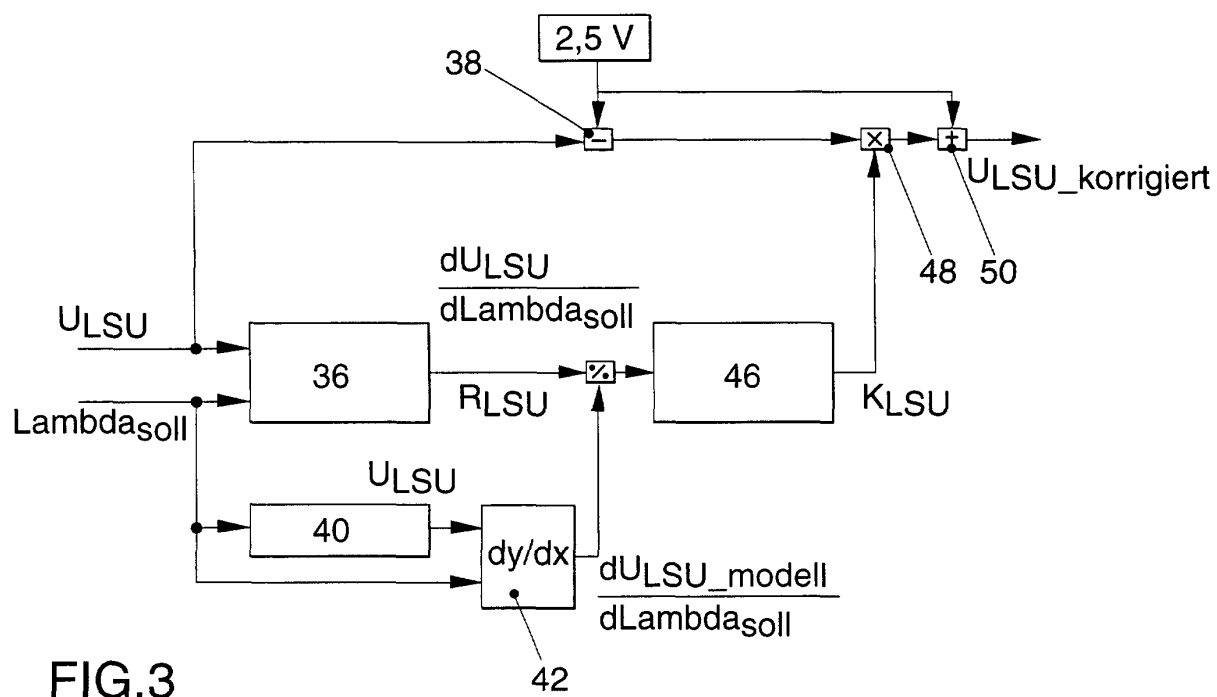


FIG. 3

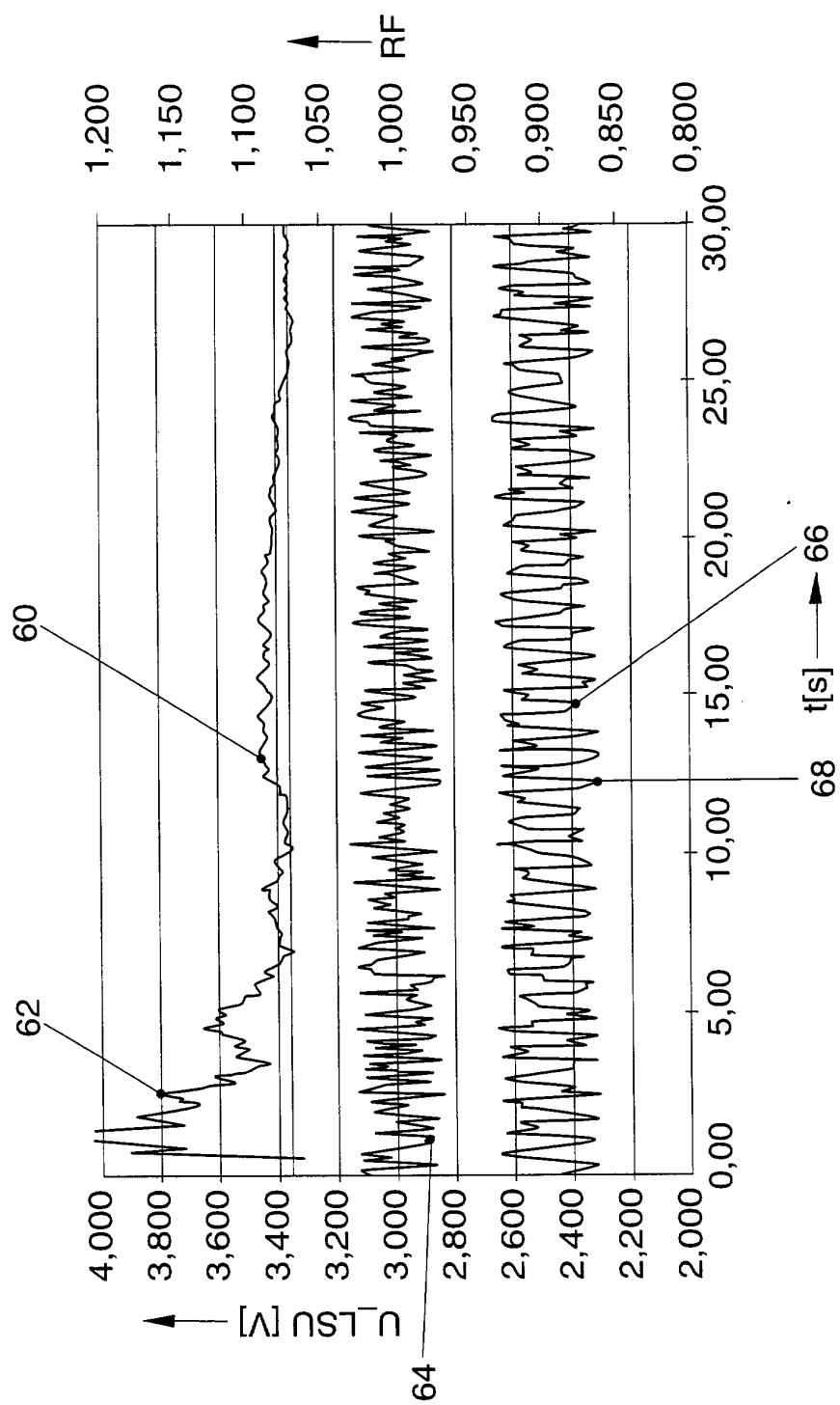


FIG. 4