



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.02.2001 Patentblatt 2001/06**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **F02D 41/14, F02D 41/22**

(21) Anmeldenummer: **00115537.3**

(22) Anmeldetag: **19.07.2000**

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

(72) Erfinder:  
• **Hess, Christian**  
**59609 Anröchte (DE)**  
• **Rebohl, Thorsten**  
**38100 Braunschweig (DE)**  
• **Nitzke, Hans-Georg**  
**38547 Wettmershagen (DE)**

(30) Priorität: **03.08.1999 DE 19936355**

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

(54) **Verfahren zur Plausibilitätsprüfung von Motorgrößen und Sensorgößen unter Verwendung einer stetigen Lambda-Sonde**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsüberwachung wenigstens einer in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Lambda-Sonde, insbesondere einer Breitband-Lambda-Sonde.

Es ist vorgesehen, daß

(a) innerhalb eines vorgebbaren Diagnosezeitraums ein Meßsignal der Lambda-Sonde (18, 20) erfaßt wird,

(b) anhand eines Modells für die Verbrennungskraftmaschine (12) ein Sollsignal der Lambda-Sonde (18, 20) ermittelt wird und

(c) ein Verhältnis des Meßsignals zum Sollsignal einen Kontrollwert (KW) liefert und der Kontrollwert (KW) mit einem vorgebbaren Grenzwert (GW) verglichen wird.

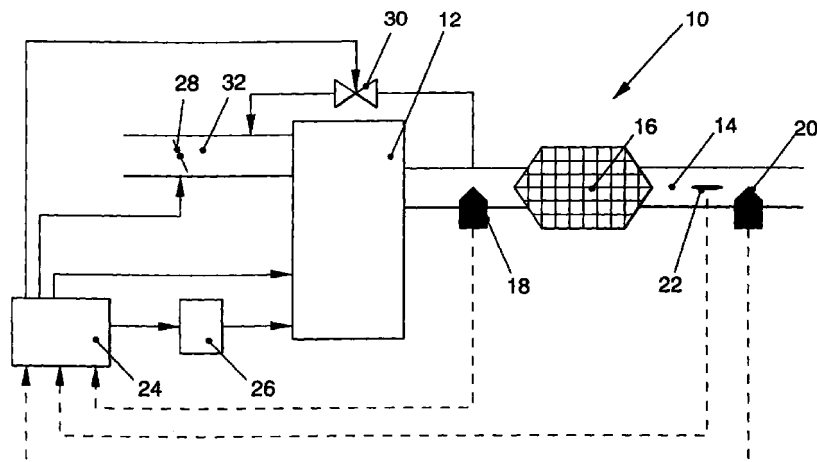


FIG. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsüberwachung einer in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Lambda-Sonde mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

**[0002]** Zur Regelung eines Betriebsmodus der Verbrennungskraftmaschine ist es bekannt, in dem Abgaskanal wenigstens eine Lambda-Sonde, insbesondere eine Breitband-Lambda-Sonde, anzuordnen. Mit Hilfe der Lambda-Sonde kann eine Sauerstoffkonzentration in einem Abgas erfaßt werden und ein Rückschluß auf das Verhältnis eines Sauerstoffanteils zu einem Kraftstoffanteil in dem dem Verbrennungsprozeß zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemisch erfolgen. Breitband-Lambda-Sonden ermöglichen eine Messung von Lambda in einem Bereich von zirka 0,7 bis  $\infty$ .

**[0003]** In modernen Verbrennungskraftmaschinen wird das durch die Lambda-Sonde bereitgestellte Meßsignal zur Regelung des Luft-Kraftstoff-Gemisches entsprechend den gegebenen Anforderungen an die Verbrennungskraftmaschine genutzt (Lambda-Regelung). Dazu wird üblicherweise das Meßsignal in ein Motorsteuergerät eingelesen und dient dort als Basis für Maßnahmen, die beispielsweise eine Regelung eines Einspritzsystems oder einer Ansaugluft umfassen.

**[0004]** Üblicherweise dienen derartige Lambda-Sonden auch zur Überwachung von zusätzlich in dem Abgaskanal angeordneten Katalysatoren. An den Katalysatoren finden Redoxreaktionen statt, die zu einer Konvertierung von im Abgas enthaltenen Schadstoffen in weniger umweltrelevante Reaktionsprodukte führen.

**[0005]** Wie bereits erläutert, wird der Betriebsmodus der Verbrennungskraftmaschine anhand des Meßsignals der Lambda-Sonde geregelt. Ist jedoch das bereitgestellte Meßsignal fehlerhaft aufgrund eines Defektes der Lambda-Sonde, so kann dies zum einen zur Einstellung eines verbrauchsungünstigen Betriebsmodus führen, und zum anderen kann gegebenenfalls eine Reduktion einer Schadstoffemission mittels der Katalysatoren nicht mehr in dem erforderlichen Maße gewährt werden.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, das eine Funktionsüberwachung der Lambda-Sonde erlaubt und damit eine Behebung möglicher Defekte der Lambda-Sonde ermöglicht.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das Verfahren zur Funktionsüberwachung der in dem Abgaskanal der Verbrennungskraftmaschine angeordneten Lambda-Sonde mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, daß

(a) innerhalb eines vorgebbaren Diagnosezeitraums ein Meßsignal der Lambda-Sonde erfaßt wird,

(b) anhand eines Modells für die Verbrennungskraftmaschine ein Sollsignal der Lambda-Sonde ermittelt wird und

(c) ein Verhältnis des Meßsignals zum Sollsignal einen Kontrollwert liefert und der Kontrollwert mit einem vorgebbaren Grenzwert verglichen wird,

ist es in einfacher Weise möglich, Defekte der Lambda-Sonde zu erkennen.

**[0008]** Zur Kompensation statistischer Ausreißer ist vorgesehen, eine vorgebbare Anzahl der Kontrollwerte zunächst einer Korrelationsrechnung, insbesondere einer Kreuzkorrelation, zu unterwerfen. Die Korrelationsrechnung liefert dann einen korrelierten Kontrollwert. Beim Überschreiten des Kontrollwertes oder des korrelierten Kontrollwertes über den Grenzwert wird in bevorzugter Weise ein Wartungssignal erzeugt (On-board-Diagnose). Anhand des Wartungssignales kann dann eine entsprechende Information eines Fahrzeuginsführers erfolgen beziehungsweise dem Wartungspersonal eine notwendige Wartungsmaßnahme vorgeschlagen werden.

**[0009]** In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, den Diagnosezeitraum derart zu wählen, daß er sich unmittelbar einem Lastwechsel oder einer Änderung einer Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine anschließt, da hier besonders signifikante Meßsignale vorliegen. Es ist demnach nicht notwendig, zur Funktionsüberwachung der Lambda-Sonde spezielle Signalmuster ablaufen zu lassen und damit den Regelbetrieb der Verbrennungskraftmaschine zu unterbrechen.

**[0010]** In das Modell für die Verbrennungskraftmaschine fließen Parameter ein, wie eine Ansaugluftmasse, eine Kraftstoffmasse und die Drehzahl. Selbstverständlich können auch andere Betriebsgrößen, die üblicherweise in einem Motorsteuergerät bereitgestellt werden, zur genaueren Anpassung des Modells verwendet werden.

**[0011]** Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

**[0012]** Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Anordnung von Lambda-Sonden in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine und

Figur 2 ein Blockschaltbild zur Funktionsüberwachung der Lambda-Sonden.

**[0013]** In der Figur 1 ist eine Anordnung 10 einer Verbrennungskraftmaschine 12 dargestellt, die einen in einem Abgaskanal 14 angeordneten Katalysator 16 und zwei Lambda-Sonden 18, 20 umfaßt. Stromab des

Katalysators 16 ist zusätzlich ein Temperatursensor 22 angeordnet, mit dem eine Abgastemperatur erfaßt werden kann. Der Katalysator 16 dient einer Konvertierung von im Abgas der Verbrennungskraftmaschine 12 enthaltenen Schadstoffen.

**[0014]** Ein Verhältnis eines Sauerstoffanteils zu einem Kraftstoffanteil in einem zu verbrennenden Luft-Kraftstoff-Gemisch liefert einen Lambdawert. Insbesondere mit Hilfe der Lambda-Sonde 18 läßt sich eine Sauerstoffkonzentration unmittelbar hinter der Verbrennungskraftmaschine 12 erfassen, wobei die Sauerstoffkonzentration eindeutig einem Lambdawert zugeordnet werden kann. Ferner läßt sich eine Konvertierungsrate des Katalysators 16 anhand eines durch die Lambda-Sonde 20 bereitgestellten Signals in bekannter Weise überwachen. Der Lambdawert wird gemäß dem Ausführungsbeispiel kontinuierlich erfaßt, das heißt, die Lambda-Sonden 18, 20 sind sogenannte Breitband-Lambda-Sonden. Ein Meßwertbereich für Breitband-Lambda-Sonden erstreckt sich von Lambda zirka 0,7 bis  $\infty$ . Die Funktionsweise derartiger Sonden ist bekannt, so daß im Rahmen der vorliegenden Beschreibung hierauf nicht näher eingegangen werden soll.

**[0015]** Die mittels der Sensoren 18, 20, 22 erfaßten Meßsignale werden in ein Motorsteuergerät 24 eingelesen, ausgewertet und zur Regelung eines Betriebsmodus der Verbrennungskraftmaschine 12 genutzt. Dazu sind der Verbrennungskraftmaschine 12 Mittel zugeordnet, die beispielsweise ein Einspritzsystem 26 oder eine Abgasrückführung umfassen. Durch die Abgasrückführung kann eine Reduzierung eines Volumenstromes angesaugter Luft mittels einer Drosselklappe 28 und durch gleichzeitige Zuführung sauerstoffarmen Abgases über ein Abgasrückflußventil 30 erfolgen. Auf diese Weise ist der Sauerstoffanteil einer über ein Saugrohr 32 der Verbrennungskraftmaschine 12 bereitgestellten Ansaugluftmasse vorgebar. Im Falle hier nicht dargestellter durch Abgasturbolader aufgeladener Motoren sitzt zumindest eine Lambda-Sonde hinter der Turbine im Abgas.

**[0016]** Die Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild zur Funktionsüberwachung der Lambda-Sonden 18, 20. Zunächst wird in einem Schritt S1 neben dem durch die Lambda-Sonden 18, 20 zur Verfügung gestellten Meßsignal ein Sollsignal ermittelt. Dazu dient ein Modell für die Verbrennungskraftmaschine 12. Das Modell umfaßt Parameter, wie die Ansaugluftmasse, eine eingespritzte Kraftstoffmasse oder auch eine Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine 12. Ebenso ist denkbar, auch andere Größen, die beispielsweise in dem Motorsteuergerät 24 bereitgestellt werden, zur Optimierung des Modells heranzuziehen.

**[0017]** Der Betriebsmodus der Verbrennungskraftmaschine 12 muß zur Funktionsüberwachung nicht entsprechend einem Signalmuster gesteuert werden, sondern es können beliebige Betriebspunkte für die Überwachung genutzt werden. Als vorteilhaft hat es

sich erwiesen, einen Diagnosezeitraum unmittelbar nach einem Lastwechsel oder einer Änderung der Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine 12 beginnen zu lassen.

5 **[0018]** Ein Verhältnis des Meßsignals zum Sollsignal liefert einen Kontrollwert (Schritt S2). Zur Kompensation statistischer Ausreißer ist es dabei vorteilhaft, zunächst eine vorgebbare Anzahl der Kontrollwerte KW in eine Korrelationsrechnung einzubeziehen, die einen korrelierten Kontrollwert  $KW_k$  liefert.

10 **[0019]** Der Kontrollwert KW oder der korrelierte Kontrollwert  $KW_k$  wird anschließend in einem Schritt S3 mit einem vorgebbaren Grenzwert GW verglichen. Auch der Grenzwert GW kann anhand des Modells für die Verbrennungskraftmaschine 12 festgelegt werden. Liegt der Kontrollwert KW beziehungsweise der korrelierte Kontrollwert  $KW_k$  unterhalb des Grenzwertes GW, kann sich ein erneuter Meßzyklus der Funktionsüberwachung beginnend mit dem Schritt S1 anschließen. Überschreitet jedoch der Kontrollwert KW beziehungsweise der korrelierte Kontrollwert  $KW_k$  den Grenzwert GW, so wird in einem Schritt S4 ein Wartungssignal erzeugt. Das Wartungssignal dient dann, beispielsweise in einer On-board-Diagnose, zur Information eines Fahrzeugführers. Weiterhin kann das Wartungssignal dazu genutzt werden, dem Wartungspersonal entsprechende Instruktionen zur Verfügung zu stellen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Funktionsüberwachung wenigstens einer in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Lambda-Sonde, insbesondere einer Breitband-Lambda-Sonde, **dadurch gekennzeichnet**, daß
  - (a) innerhalb eines vorgebbaren Diagnosezeitraums ein Meßsignal der Lambda-Sonde (18, 20) erfaßt wird,
  - (b) anhand eines Modells für die Verbrennungskraftmaschine (12) ein Sollsignal der Lambda-Sonde (18, 20) ermittelt wird und
  - (c) ein Verhältnis des Meßsignals zum Sollsignal einen Kontrollwert (KW) liefert und der Kontrollwert (KW) mit einem vorgebbaren Grenzwert (GW) verglichen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine vorgebbare Anzahl der Kontrollwerte (KW) zunächst einer Korrelationsrechnung, insbesondere einer Kreuzkorrelation, unterworfen werden und einen korrelierten Kontrollwert ( $KW_k$ ) liefern.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß beim Überschreiten des

Kontrollwertes (KW) oder des korrelierten Kontrollwertes ( $KW_k$ ) über den Grenzwert (GW) ein Wartungssignal erzeugt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Diagnosezeitraum unmittelbar nach einem Lastwechsel oder einer Änderung der Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine (12) beginnt. 5
- 10
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Modell für die Verbrennungskraftmaschine (12) Parameter, wie eine Ansaugluftmasse, eine eingespritzte Kraftstoffmasse und die Drehzahl, umfaßt. 15
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Grenzwert (GW) über das Modell für die Verbrennungskraftmaschine (12) festgelegt wird. 20

25

30

35

40

45

50

55

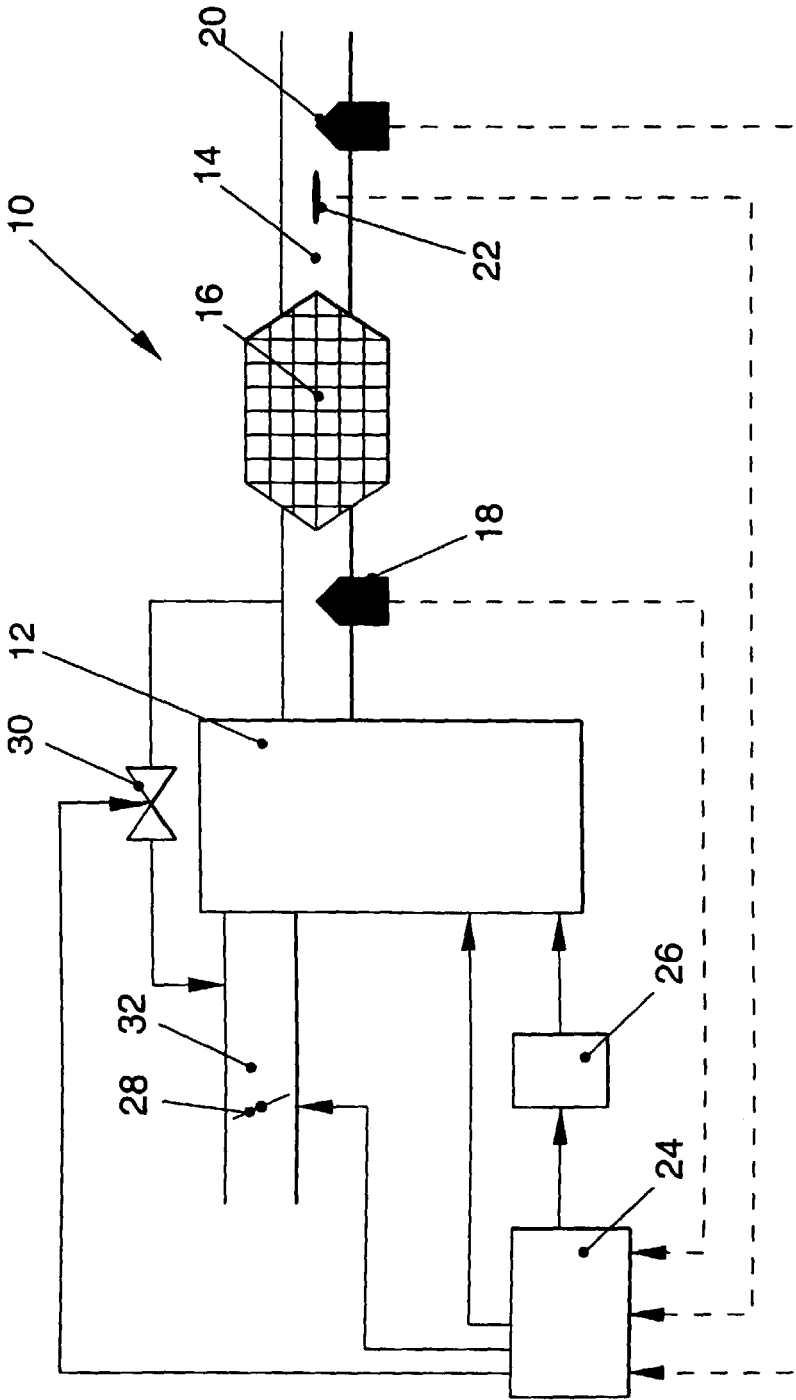


FIG. 1

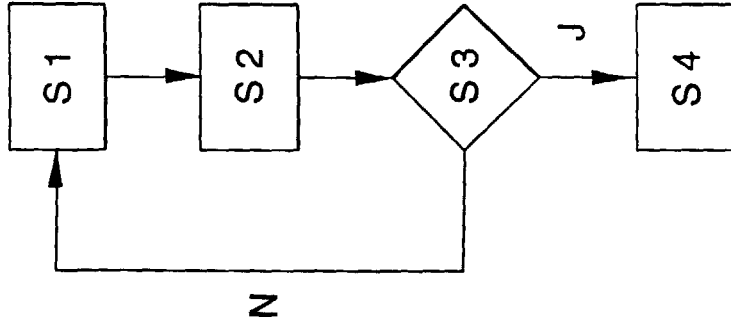


FIG. 2