



(11) **EP 3 155 251 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.11.2020 Patentblatt 2020/48**

(21) Anmeldenummer: **15726131.4**

(22) Anmeldetag: **29.05.2015**

(51) Int Cl.:  
**F02D 41/14<sup>(2006.01)</sup> F02D 41/24<sup>(2006.01)</sup>**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2015/061962**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2015/189052 (17.12.2015 Gazette 2015/50)**

(54) **VERFAHREN ZUR AUSWERTUNG DER ABWEICHUNG EINER KENNLINIE**  
METHOD FOR ANALYSING THE DEVIATION FROM A CHARACTERISTIC PLOT  
PROCÉDÉ PERMETTANT D'ÉVALUER L'ÉCART D'UNE COURBE CARACTÉRISTIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **11.06.2014 DE 102014211069**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.04.2017 Patentblatt 2017/16**

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **FEY, Michael**  
**75446 Wiernsheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 3 840 148 DE-A1- 4 122 828**  
**DE-A1- 4 243 493 DE-A1- 10 258 426**  
**DE-A1-102012 211 683 DE-A1-102012 221 552**  
**DE-A1-102013 222 502**

**EP 3 155 251 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auswertung der Abweichung von zumindest einem Bereich einer Kennlinie eines in einem Abgaskanal einer Brennkraftmaschine angeordneten Abgassensors von zumindest einem Referenzwert.

**[0002]** Weiterhin betrifft die Erfindung eine entsprechende Vorrichtung. Um den Schadstoffausstoß bei heutigen Brennkraftmaschinen zu optimieren, werden zur Regelung des Verbrennungsprozesses und der Abgasnachbehandlung Abgassensoren eingesetzt, wie beispielsweise Zweipunkt- und/oder Breitband-Lambda-Sonden und/oder  $\text{NO}_x$ -Sensoren. Die Optimierung setzt voraus, dass die Messgrößen über die Sensoren zuverlässig und genau ermittelt werden. Ein entscheidender Faktor ist hierbei der eindeutige Zusammenhang zwischen einer physikalisch gemessenen Größe und der zu ermittelnden Messgröße, der in der Regel über eine Kennlinie vorliegt. Eine Verschiebung der Kennlinie gegenüber einer Referenz-Kennlinie beispielsweise durch Alterung kann zu einem um ein Vielfaches erhöhten Schadstoffausstoß führen.

**[0003]** Dies gilt insbesondere für eine Zweipunkt-Lambda-Sonde, auch Sprung- oder Nernstsonde genannt, wenn diese für eine stetige Lambda-Regelung zum Einsatz kommen soll. Ihre Spannungs-Lambda-Kennlinie, im Folgenden kurz als Lambda-Kennlinie bezeichnet, weist im Übergang zwischen dem fetten und dem mageren Bereich ( $\lambda = 1$ ) einen Sprung auf und verläuft ansonsten verhältnismäßig flach. Daher unterscheidet die Zweipunkt-Lambda-Sonde in der Regel im Wesentlichen zwischen fettem Abgas ( $\lambda < 1$ ) bei Betrieb der Brennkraftmaschine mit Kraftstoffüberschuss und magerem Abgas ( $\lambda > 1$ ) bei Betrieb mit Luftüberschuss. Durch eine Linearisierung der Lambda-Kennlinie ist jedoch auch mit einer Zweipunkt-Lambda-Sonde, die kostengünstiger ist als eine Breitband-Lambda-Sonde, eine stetige Lambda-Regelung vor Katalysator zumindest in einem eingeschränkten Lambda-Bereich möglich. Dies setzt aufgrund des recht flachen Kennlinienverlaufes eine gute Übereinstimmung mit einer Referenz-Lambda-Kennlinie über die gesamte Lebensdauer der Sonde voraus. Anderenfalls ist die Genauigkeit der Regelung nicht ausreichend und es können unzulässig hohe Emissionen auftreten.

**[0004]** Diese Voraussetzung ist in der Regel nicht erfüllt. Stattdessen kann die tatsächliche Lambda-Kennlinie durch mehrere überlagerte Effekte gegenüber der Referenz-Lambda-Kennlinie verschoben sein. Daher werden Zweipunkt-Lambda-Sonden vor Katalysator meistens mit einer Zweipunkt-Regelung mit einer Regelung auf  $\lambda = 1$  verwendet. Diese hat aber den Nachteil, dass in Betriebsmodi, für die ein mageres oder fettes Luft-Kraftstoff-Gemisch notwendig ist (z.B. Katalysator Diagnose oder Bauteileschutz), das Ziel-Lambda

nur vorgesteuert eingestellt, nicht aber geregelt werden kann.

**[0005]** Aus der DE 10 2010 211 687 A1 ist ein Verfahren zur Erkennung einer Abweichung und aus der DE 10 2012 211 683 A1 ein Verfahren zur Korrektur einer Lambda-Kennlinie einer in einem Abgaskanal einer Brennkraftmaschine angeordneten Zweipunkt-Lambda-Sonde gegenüber einer entsprechenden Referenz-Lambda-Kennlinie bekannt. Insbesondere wird dort beschrieben, wie ein konstanter Kennlinien-Offset oder eine temperaturbedingte Abweichung der tatsächlichen Lambda-Kennlinie einer Zweipunkt-Sonde vor Katalysator von der Referenz-Lambda-Kennlinie erkannt und kompensiert werden kann. Somit wird eine stetige Lambda-Regelung mit einer Zweipunkt-Lambda-Sonde möglich. Es kann allerdings vorkommen, dass ein unplausibel hoher Korrekturbedarf ermittelt wird, welcher beispielsweise auf eine defekte Sonde oder eine andere Fehlfunktion hindeutet. Würde in diesem Falle eine Korrektur durchgeführt, könnte dies unter Umständen zu einem Verfehlen der angestrebten sicheren Regelung für einen optimierten Schadstoffausstoß führen.

**[0006]** Aus DE 10 2013 222502 A1 geht ein entsprechendes Verfahren für einen EGO-Sensor hervor.

**[0007]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein robustes Verfahren zur Kennlinienkorrektur bereitzustellen, um eine zuverlässige Schadstoffoptimierung zu gewährleisten, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

### Offenbarung der Erfindung

**[0008]** Die das Verfahren betreffende Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass zur Beurteilung der Abweichung mindestens eine Schwelle vorgegeben wird, die ein Kriterium für die Unterscheidung zwischen einem tolerierbaren und einem nicht-tolerierbaren Korrekturbedarf bildet. Die Anwendung des Kriteriums erlaubt eine differenzierte Reaktion durch unterschiedliche Maßnahmen. Dabei kann sich die mindestens eine Schwelle ober- und/oder unterhalb des mindestens einen Referenzwertes befinden. Auch kann sie absolut oder relativ angegeben sein.

**[0009]** Als besonders vorteilhaft erweist sich, dass der Abgassensor eine Zweipunkt-Lambda-Sonde ist und die Kennlinie eine Lambda-Kennlinie ist und dass die Referenzwerte einer Referenz-Lambda-Kennlinie entnommen sind. Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzgl. einer Zweipunkt-Lambda-Sonde erlaubt den verlässlicheren Einsatz einer solchen Sonde für eine emissionsoptimierte Regelung des motorischen Verbrennungsprozesses.

**[0010]** Bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer Zweipunkt-Lambda-Sonde ist es zweckdienlich, dass zur Ermittlung der Abweichung ausgehend von einem Wertepaar auf der Referenz-Lambda-Kennlinie eine Änderung der Zusammensetzung des der Brennkraftmaschine zugeführten Luft-/Kraftstoffge-

misches hin zu  $\lambda = 1$  erfolgt und dass aus der Änderung der Zusammensetzung des Luft-/Kraftstoffgemisches auf den tatsächlichen Wert von  $\lambda$  geschlossen wird. Dabei können beispielsweise toleranz-, temperatur- und altersbedingte Abweichungen oder eine Abweichung durch Überlagerung mindestens zweier solcher Effekte schnell und genau erkannt werden. Gleichzeitig können dynamische Effekte, welche die Erkennung verfälschen würden, kompensiert werden. Daneben kommen auch andere Verfahren in Frage, die der Ermittlung des tatsächlichen Wertes von  $\lambda$  dienen und somit auf die Abweichung zwischen dem tatsächlichen Wert und einem Referenzwert schließen lassen, beispielsweise ein Verfahren unter Einbeziehung der Heizleistung und/oder einer anderen, insbesondere einer Widerstands-Temperatur-Kennlinie der  $\lambda$ -Sonde. Solche Verfahren können andere Vorteile haben, z.B. dass sie teilweise unabhängig von der  $\lambda$ -Kennlinie (welche hier die Spannungs- $\lambda$ -Kennlinie bezeichnet) durchgeführt werden können. Das gewählte Verfahren oder eine Kombination mehrerer Verfahren können mehrfach angewendet werden, und die Abweichung jeweils ermittelt und/oder aus einem oder mehreren Mittelwerten ermittelt werden. Auf diese Weise können die Ergebnisse plausibilisiert werden.

**[0011]** Ebenso ist es vorteilhaft, dass die Abweichung von zumindest einem Referenzwert einer Referenz- $\lambda$ -Kennlinie bestimmt wird, nachdem eine Kennlinienabweichung zu der Referenz- $\lambda$ -Kennlinie bei  $\lambda = 1$  korrigiert ist. Somit können Fehler in der Bestimmung der Abweichung aufgrund eines Effektes, welcher eine zusätzliche Verschiebung in der Abszisse bewirkt, ausgeschlossen werden, was die Auswertung der Abweichung verlässlicher macht.

**[0012]** Vereinfacht lässt sich eine Abweichung auswerten, wenn die mindestens eine Schwelle einen Plausibilitätsbereich gegen einen Bereich außerhalb des Plausibilitätsbereiches abgrenzt.

**[0013]** Ebenso ist es für eine vereinfachte Auswertung der Abweichung vorteilhaft, dass die mindestens eine Schwelle und somit der Plausibilitätsbereich flexibel festgelegt wird. Sinnvoll ist beispielsweise eine Festlegung entsprechend der Toleranzen eines fehlerfreien Abgassensors.

**[0014]** Zielführend ist, dass die Abweichung mit der Schwelle verglichen wird, wobei die Abweichung innerhalb des Plausibilitätsbereiches als ein tolerierbarer Korrekturbedarf und die Abweichung außerhalb des Plausibilitätsbereiches als ein nicht-tolerierbarer Korrekturbedarf bewertet wird. Diese Bewertung kann als Teil einer Entscheidungsprozedur herangezogen werden hinsichtlich der Auswahl, welche der differenzierten Reaktionen im vorliegenden Fall vorteilhaft anzuwenden ist. Bei einer Abweichung außerhalb des Plausibilitätsbereiches wird von einer Fehlfunktion insbesondere des Abgassensors, seiner elektrischen Beschaltung in einem zugeordneten Steuergerät oder der Steuergerätesoftware zum Betrieb des Abgassensors ausgegangen, sodass voraussicht-

lich eine andere Reaktion als eine vollständige Korrektur der Abweichung sinnvoll ist.

**[0015]** Eine dem Bedarfsfall angepasste Reaktion kann dadurch erreicht werden, dass bei einem tolerierbaren Korrekturbedarf eine Korrektur der Abweichung vorgenommen wird und dass bei Feststellung eines nicht-tolerierbaren Korrekturbedarfs eine andere Reaktion ausgelöst wird. Durch eine Korrektur der Abweichung bei einem tolerierbaren Korrekturbedarf kann die benötigte Genauigkeit eines Abgassensors gewährleistet werden. Vorteilhaft ist es, wenn diese Korrektur durch eine Behebung der Ursache einer Abweichung vorgenommen wird, wie beispielsweise in der eingangs genannten DE 10 2012 211 683 A1 beschrieben. Eine andere Reaktion im Falle eines nicht-tolerierbaren Korrekturbedarfs dient dazu, die Robustheit des gesamten Verfahrens zur Fehlererkennung und Kompensation zu erhöhen. So können nicht sinnvolle Korrekturmaßnahmen, die eher eine negative als positive Auswirkung hätten, abgefangen und durch entsprechend sinnvollere Maßnahmen ersetzt werden. Auch Korrekturmaßnahmen, die in ihrem erforderlichen Umfang nicht durchführbar wären, können durch andere Reaktionen ersetzt werden.

**[0016]** Es ist vorgesehen, dass die andere Reaktion je nach diagnostizierter Ursache ausgelöst wird. Insbesondere wird sie dann ausgelöst, wenn eine Temperaturoffseterkennung auf eine deutlich zu kalte Temperatur der Zweipunkt- $\lambda$ -Sonde hinweist oder die Temperaturoffseterkennung auf eine deutlich zu hohe Temperatur der Zweipunkt- $\lambda$ -Sonde hinweist oder ein unplausibel hoher positiver Spannungsoffset erkannt wird oder ein unplausibel hoher negativer Spannungsoffset erkannt wird. In solchen Fällen ist eine andere Reaktion besonders sinnvoll, da die erforderlichen Korrekturen eventuell nicht durchführbar sind, oder mit hoher Wahrscheinlichkeit eine andere bekannte, aber nicht unmittelbar korrigierbare Ursache für die Abweichung vorliegt. Bei einer deutlich zu niedrigen oder zu hohen Sonden-temperatur müsste beispielsweise als Korrekturmaßnahme die Sonderelementtemperatur unplausibel erhöht werden, wofür die Heizleistung u.U. nicht zur Verfügung steht, bzw. sie müsste abgesenkt werden, was u.U. nicht möglich ist. Ein nicht-tolerierbarer Korrekturbedarf ergibt sich z.B., wenn die Temperatur um mehr als -50 K bis +0 K bzgl. der Nominaltemperatur der Sonde, die z.B. 730 °C betragen kann, geändert werden müsste, um die ermittelte Abweichung zu korrigieren. Bezüglich des Spannungsoffsets liegt ein nicht-tolerierbarer Korrekturbedarf beispielsweise vor, wenn dieser z.B. mehr als  $\pm 15$  mV beträgt. Ein unplausibel hoher positiver Spannungsoffset kann etwa auf einen Nebenschluss zwischen Sondenleitung und Batteriespannung hindeuten, ein unplausibel negativer Spannungsoffset beispielsweise auf eine Vergiftung der Sauerstoffreferenz der Sonde.

**[0017]** Vorteilhaft ist, wenn die andere Reaktion mindestens eine der Maßnahmen

- Begrenzung der Korrektur der Abweichung auf den Schwellwert,
- Begrenzung der Korrektur auf einen Ersatzwert,
- Setzen einer Statusinformation zur Kenntlichmachung der Abweichung außerhalb des Plausibilitätsbereiches
- Eintrag in einen Fehlerspeicher einer Steuereinrichtung

umfasst.

**[0018]** Durch die Begrenzung der Korrektur auf einen Schwellwert sollen Fehlfunktionen vermieden werden, z.B. eine Beschädigung des Abgassensors durch Überhitzung. Die Begrenzung der Korrektur auf einen Ersatzwert ist insbesondere für den Fall vorgesehen, wenn eine vollständige Korrektur nicht möglich ist und eine Korrektur auf den Schwellwert die Abweichung außerhalb des Plausibilitätsbereiches verschleiern würde, insbesondere für andere Diagnoseeinheiten, sodass der Abgassensor z.B. nicht als fehlerhaft angezeigt würde, obwohl es erforderlich wäre. Der Ersatzwert kann dabei auch bedeuten, dass keine Korrektur vorgenommen wird. Anstelle oder zusätzlich zu einer Korrektur kann es vorgesehen sein, eine Statusinformation zu setzen, die die eingeschränkte Funktion des Abgassensors kenntlich macht. Durch einen Eintrag in einen Fehlerspeicher eines Steuergeräts kann z.B. die Lambda-Regelung deaktiviert und auf Lambda-Vorsteuerung umgeschaltet werden, sodass übermäßig hohe Emissionen oder ein erhöhter Kraftstoffverbrauch durch die nicht-tolerierbare Abweichung vermieden werden.

**[0019]** Besonders zielgerichtet lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren anwenden, wenn unterschiedliche andere Reaktionen ausgelöst werden, abhängig davon, wie weit die Abweichung außerhalb des Plausibilitätsbereiches liegt und/oder dass abhängig von der Ursache der Abweichung aus dem Plausibilitätsbereich unterschiedliche andere Reaktionen ausgelöst werden.

**[0020]** Bevorzugte Anwendungsbereiche ergeben sich bei Verwendung einer Zweipunkt-Lambdasonde, die sich vor oder hinter einem Katalysator befindet. Somit kann das erfindungsgemäße Verfahren flexibel für unterschiedlich positionierte Zweipunkt-Lambdasonden angewendet werden und ist nicht auf einen bestimmten Sondereinbauort beschränkt.

**[0021]** Die die Vorrichtung betreffende Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass in dem Programmablauf oder in dem Schaltkreis mindestens ein Referenzwert und eine Vergleichsstufe vorgegeben sind, in der die ermittelte Abweichung mit dem mindestens einen Referenzwert verglichen wird und dass die Steuereinrichtung abhängig von dem Vergleichsergebnis entweder eine Korrektur der Abweichung vornimmt oder eine andere Reaktion auslöst.

**[0022]** Ein zweckmäßiger Einsatzbereich der Vorrichtung ist, wenn der Abgassensor eine Zweipunkt-Lambdasonde ist, dass die Kennlinie eine Lambda-Kennlinie ist und dass die Referenzwerte durch eine abgespeicher-

te Referenz-Lambda-Kennlinie gebildet sind und dass eine Kennlinienabweichung gegenüber der Referenz-Lambda-Kennlinie bei  $\lambda = 1$  vor dem Vergleich mit den Referenzwerten bereits korrigiert ist. Dies erlaubt den verlässlicheren Einsatz einer Lambda-, insbesondere einer Zweipunkt-Lambdasonde für eine emissionsoptimierte Regelung des Verbrennungsprozesses.

**[0023]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 ein Spannungs-Lambda-Diagramm einer Zweipunkt-Lambdasonde

**[0024]** Figur 1 zeigt ein Spannungs-Lambda-Diagramm 10 einer Zweipunkt-Lambdasonde, mit einer Spannungs-Achse 11 und einer Lambda-Achse 12. Für eine fabrikneue Zweipunkt-Lambdasonde unter Standard-Bedingungen, d.h. ohne Toleranzen, ist der Zusammenhang zwischen einer gemessenen Spannung 170 und der entsprechenden Luftzahl  $\lambda$  eindeutig über die Referenz-Lambda-Kennlinie 15 festgelegt. Die Referenz-Lambda-Kennlinie 15 weist einen Fett-Bereich 13 ( $\lambda < 1$ ) und einen Mager-Bereich 14 ( $\lambda > 1$ ) auf, wozwischen sich bei  $\lambda = 1$  eine nahezu sprunghafte Änderung im Verlauf ergibt. Bei einer gemessenen Spannung 170 wird mittels der angenommenen Referenz-Lambda-Kennlinie 15 auf ein Referenz-Lambda 171 geschlossen.

**[0025]** Neben der Referenz-Lambda-Kennlinie 15 ist in Figur 1 eine Lambda-Kennlinie 16 dargestellt, die gegenüber der Referenz-Lambda-Kennlinie 15 im Fett-Bereich 13 nach oben verschoben ist. Eine solche Verschiebung kann sich beispielsweise aufgrund Toleranzen, Alterung oder Temperatureffekte, oder durch eine Überlagerung mehrerer Effekte ergeben. Kommt es zu einer solchen Verschiebung, die nicht korrigiert wird, entspricht die Spannung 170 reell dem tatsächlichen Lambda 172 anstelle des Referenz-Lambdas 171, welches sich um eine Abweichung 18 unterscheidet.

**[0026]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lässt sich durch Vergleich mit mindestens einer Schwelle bewerten, ob die Abweichung 18 innerhalb eines Plausibilitätsbereiches liegt. Dann ist es sinnvoll, sie vorzugsweise durch Ursachenbehebung zu korrigieren. Denn während beispielsweise <sub>[fey2si1]</sub> Toleranzen der elektrischen Beschaltung der Sonde zu einem konstanten Offset mit entsprechenden Abweichungen im Fett- und Mager-Bereich (13, 14) führen können, ergibt sich in der Regel durch eine fehlerhafte Sondentemperatur eine unterschiedliche Abweichung im Fett- und Mager-Bereich (13, 14). Diese beträgt typischerweise im Magerbereich 14 etwa 1/6 der Verschiebung im Fett-Bereich 13, sodass sich durch eine bloße Offsetverschiebung keine komplette Korrektur erreichen ließe.

**[0027]** Im Falle einer nicht-tolerierbaren Verschiebung, außerhalb des Plausibilitätsbereiches, werden dann sinnvollerweise andere Reaktionen, insbesondere die zuvor als vorteilhaft beschriebenen, einzeln oder in

geeigneter Kombination veranlasst. Die Erkennung eines Abgassonden-Fehlers unter Berücksichtigung eines nicht-tolerierbaren hohen Korrekturbedarfs erlaubt es, entsprechende Fehler schneller und mit verbesserter Trennschärfe zu erkennen. Auf diese Weise lässt sich ein robustes Verfahren zur Kennlinienkorrektur bereitstellen, und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, um eine zuverlässige Schadstoffoptimierung zur Verfügung zu stellen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung einer Abweichung (18) von zumindest einem Bereich einer Lambda-Kennlinie (16) einer in einem Abgaskanal einer Brennkraftmaschine angeordneten Zweipunkt-Lambda-sonde von zumindest einem einer Referenz-Lambda-Kennlinie (15) entnommenen Referenzwert, wobei die Abweichung (18) von zumindest einem Referenzwert der Referenz-Lambda-Kennlinie (15) bestimmt wird, nachdem eine Kennlinienabweichung von der Referenz-Lambda-Kennlinie (15) bei  $\lambda = 1$  korrigiert ist, wobei zur Ermittlung der Abweichung (18) ausgehend von einem Wertepaar auf der Referenz-Lambda-Kennlinie eine Änderung der Zusammensetzung des der Brennkraftmaschine zugeführten Luft-/Kraftstoffgemisches hin zu  $\lambda = 1$  erfolgt und dass aus der Änderung der Zusammensetzung des Luft-/Kraftstoffgemisches auf den tatsächlichen Wert von  $\lambda$  geschlossen wird. **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Beurteilung der Abweichung (18) mindestens eine Schwelle vorgegeben wird, die ein Kriterium für die Unterscheidung zwischen einem tolerierbaren und einem nicht-tolerierbaren Korrekturbedarf bildet, dass die mindestens eine Schwelle einen Plausibilitätsbereich gegen einen Bereich außerhalb des Plausibilitätsbereiches abgrenzt, dass die Abweichung (18) mit der Schwelle verglichen wird, wobei die Abweichung (18) innerhalb des Plausibilitätsbereiches als ein tolerierbarer Korrekturbedarf und die Abweichung (18) außerhalb des Plausibilitätsbereiches als ein nicht-tolerierbarer Korrekturbedarf bewertet wird, dass bei einem tolerierbaren Korrekturbedarf eine Korrektur der Abweichung (18) vorgenommen wird und dass bei Feststellung eines nicht-tolerierbaren Korrekturbedarfs eine andere Reaktion ausgelöst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Schwelle und somit der Plausibilitätsbereich flexibel festgelegt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die andere Reaktion mindestens eine der Maßnahmen

- 5 - Begrenzung der Korrektur der Abweichung (18) auf den Schwellwert,
  - Begrenzung der Korrektur auf einen Ersatzwert,
  - 10 - Setzen einer Statusinformation zur Kenntlichmachung der Abweichung (18) außerhalb des Plausibilitätsbereiches
  - Eintrag in einen Fehlerspeicher einer Steuereinrichtung umfasst.
- 15 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet dass** unterschiedliche andere Reaktionen ausgelöst werden, abhängig davon, wie weit die Abweichung (18) außerhalb des Plausibilitätsbereiches liegt und/oder dass abhängig von der Ursache der Abweichung (18) aus dem Plausibilitätsbereich unterschiedliche andere Reaktionen ausgelöst werden.
  - 20
  - 25 5. Vorrichtung, die eingerichtet ist ein Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche durchzuführen.

### Claims

- 30 1. Method for evaluating a deviation (18) from at least one region of a lambda characteristic curve (16) of a two-point lambda probe arranged in an exhaust duct of an internal combustion engine from at least one reference value which is extracted from a reference lambda characteristic curve (15), wherein the deviation (18) from at least one reference value of the reference lambda characteristic curve (15) is determined after a characteristic curve deviation from the reference lambda characteristic curve (15) is corrected when  $\lambda = 1$ , wherein in order to determine the deviation (18) on the basis of a value pair on the reference lambda characteristic curve a change in the composition of the air/fuel mixture fed to the internal combustion engine takes place up to  $\lambda = 1$ , and in that the actual value of  $\lambda$  is concluded on the basis of the change in the composition of the air/fuel mixture, **characterized** **in that** in order to assess the deviation (18) at least one threshold is predefined which forms a criterion for the differentiation between a tolerable and a non-tolerable correction requirement, that the at least one threshold delineates a plausibility range from a range outside the plausibility range, in that the deviation (18) is compared with the threshold, wherein the deviation (18) within the plausibility range is assessed as a tolerable correction requirement and the devi-
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

ation (18) outside the plausibility range is assessed as a non-tolerable correction requirement, in that when there is a tolerable correction requirement the deviation (18) is corrected, and in that when a non-tolerable correction requirement is detected a different reaction is triggered.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the at least one threshold and therefore the plausibility range are defined as flexible.
3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the different reaction comprises at least one of the measures:
  - limiting the correction of the deviation (18) to the threshold value,
  - limiting the correction to a substitute value,
  - setting status information for identifying the deviation (18) outside the plausibility range, and
  - entry in a fault memory of a control device.
4. Method according to Claim 3, **characterized in that** other different reactions are triggered, irrespective of how far the deviation (18) lies outside the plausibility range, and/or in that other different reactions are triggered as a function of the cause of the deviation (18) from the plausibility range.
5. Device which is suitable for carrying out a method according to one of the preceding claims.

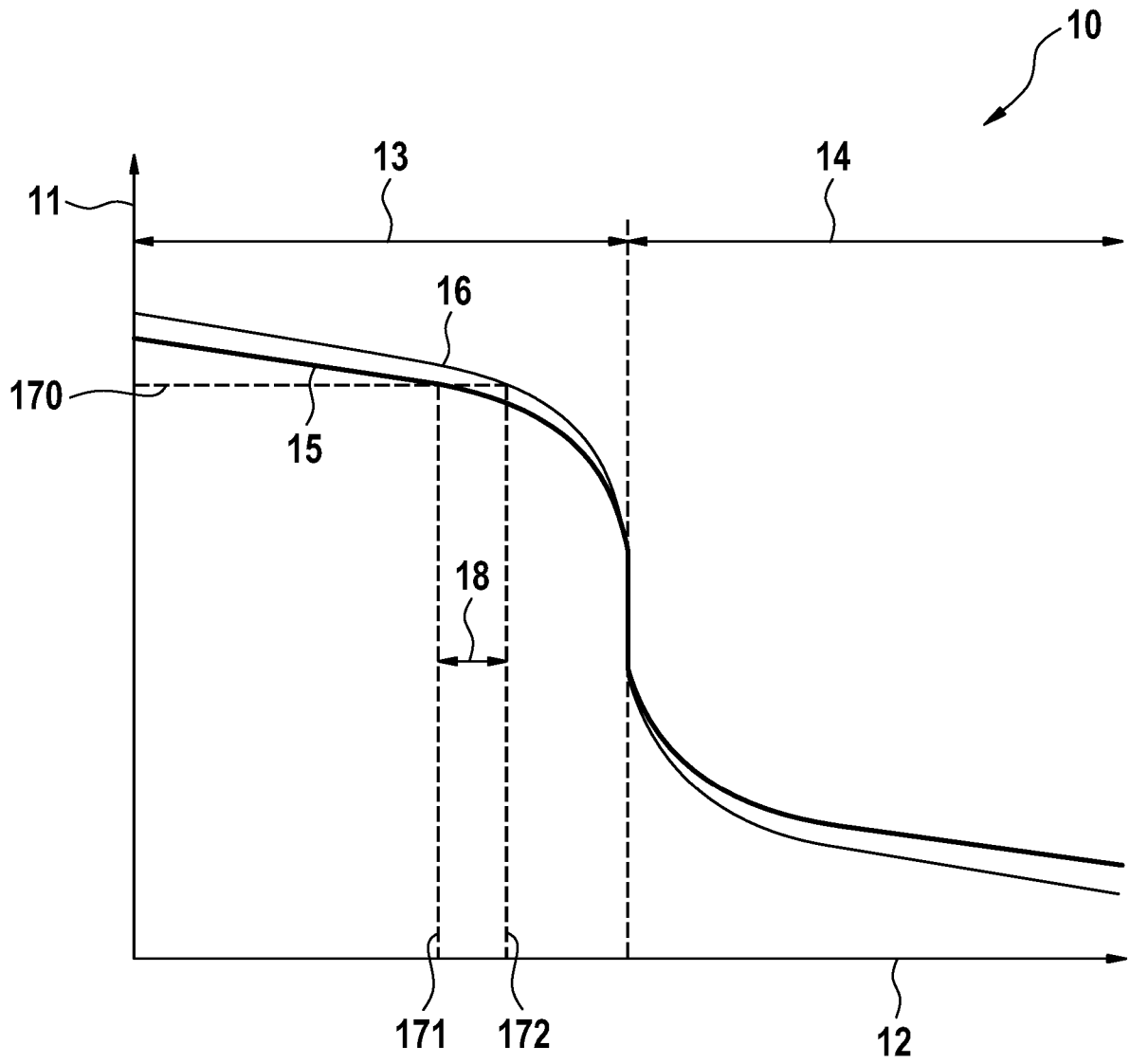
#### Revendications

1. Procédé permettant d'évaluer un écart (18) par rapport à au moins une plage d'une courbe caractéristique lambda (16) d'une sonde lambda à deux points disposée dans un conduit de gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne par rapport à au moins une valeur de référence prise dans une courbe caractéristique lambda de référence (15), dans lequel l'écart (18) par rapport à au moins une valeur de référence de la courbe caractéristique lambda de référence (15) est déterminé après qu'un écart par rapport à la courbe caractéristique lambda de référence (15) a été corrigé à  $\lambda = 1$ , dans lequel, pour déterminer l'écart (18) à partir d'une paire de valeurs sur la courbe caractéristique lambda de référence, une modification de la composition du mélange air/carburant fourni au moteur à combustion interne est effectuée vers  $\lambda = 1$  et la modification de la composition du mélange air/carburant est utilisée pour déduire la valeur effective de lambda, **caractérisé en ce qu'**au moins un seuil est prédéfini

pour évaluer l'écart (18), lequel seuil constitue un critère de distinction entre une exigence de correction tolérable et une exigence de correction non tolérable, **en ce qu'**au moins un seuil délimite une plage de plausibilité par rapport à une plage située en dehors de la plage de plausibilité, **en ce que** l'écart (18) est comparé au seuil, dans lequel un écart (18) se situant à l'intérieur de la plage de plausibilité est évalué comme étant une exigence de correction tolérable et un écart (18) se situant en dehors de la plage de plausibilité est évalué comme étant une exigence de correction non tolérable, **en ce qu'**une correction de l'écart (18) est effectuée en cas d'exigence de correction tolérable et **en ce qu'**une réaction différente est déclenchée en cas d'exigence de correction non tolérable.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit au moins un seuil et par conséquent, la plage de plausibilité, sont définis de manière flexible.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'autre réaction est au moins l'une des mesures suivantes
  - limitation de la correction de l'écart (18) à la valeur de seuil,
  - limitation de la correction à une valeur de remplacement,
  - définition d'une information de statut pour indiquer que l'écart (18) se situe en dehors de la plage de plausibilité,
  - fourniture d'une entrée dans une mémoire de défauts d'un dispositif de commande.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** différentes autres réactions sont déclenchées, selon que l'écart (18) se situe plus ou moins en dehors de la plage de plausibilité et/ou **en ce que** différentes autres réactions sont déclenchées selon la cause de l'écart (18) en-dehors de la plage de plausibilité.
5. Dispositif conçu pour mettre en œuvre un procédé selon l'une des revendications précédentes.

FIG. 1



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102010211687 A1 [0005]
- DE 102012211683 A1 [0005] [0015]
- DE 102013222502 A1 [0006]