

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Juli 2020 (16.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/143968 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/14 (2006.01) *F02M 65/00* (2006.01)
F02D 41/02 (2006.01) *F01N 11/00* (2006.01)
F01M 11/00 (2006.01)

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/084251

(72) Erfinder: **GRASREINER, Sebastian**; Halskestraße 30, 81379 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. Dezember 2019 (09.12.2019)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 100 577.9
11. Januar 2019 (11.01.2019) DE

(54) Title: METHOD FOR MONITORING SENSOR SIGNALS AND QUANTITATIVE DETERMINING OF THE STOICHIOMETRIC FUEL-AIR RATIO OF THE TYPE OF FUEL USED BY MEANS OF AN INJECTOR TEST AND CATALYST DIAGNOSIS IN A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG VON SENSORSIGNALEN UND QUANTITATIVE ERMITTLUNG DES STÖCHIOMETRISCHEN KRAFTSTOFF-LUFTVERHÄLTNISSES DES GEFAHRENTEN KRAFTSTOFFS MITTELS INJEKTORTEST UND KATALYSATORDIAGNOSE IN EINEM FAHRZEUG

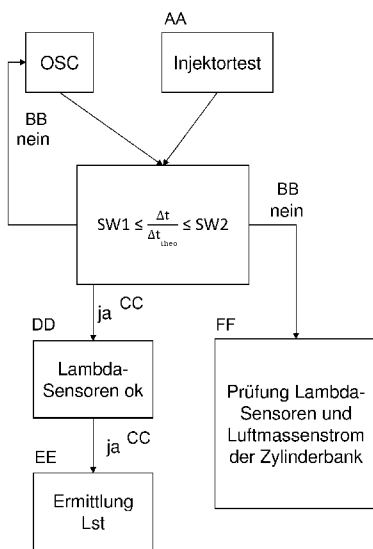


Fig. 1

- AA Injector test
- BB no
- CC yes
- DD Lambda sensors ok
- EE Determining Lst
- FF Checking lambda sensors and air-mass flow of the cylinder bank

(57) Abstract: The invention relates to a method for onboard diagnosis in a vehicle with a catalyst and a lambda-controlled internal combustion engine during continuous driving operation, wherein at least one pre-cat lambda sensor is connected upstream of the catalyst and a post-cat lambda sensor is connected downstream of the catalyst. Both lambda sensors output corresponding sensor signals, wherein a plausibility check of the sensor signals is carried out, in which, by means of an OSC diagnosis, a determining of the current maximum possible current oxygen loading of the catalyst and a measured time period between the lean spike of the pre-cat lambda sensor to the post-cat lambda sensor takes place, and a theoretical residual oxygen content is determined by means of an injector test. From the current oxygen loading and the theoretical residual oxygen content, a theoretical time period is determined between the lean spike of the pre-cat lambda sensor to the post-cat lambda sensor. If the quotient between the measured time period and the theoretical time period falls within a predefined range delimited by a first and second threshold value, it is determined that the pre-cat lambda sensor and the post-cat lambda sensor are working in an error-free manner.

(57) Zusammenfassung: Bereitgestellt wird ein Verfahren zur Onboard-Diagnose in einem Fahrzeug mit einem Katalysator und einer lambda geregelten Brennkraftmaschine im laufenden Fahrbetrieb, wobei dem Katalysator mindestens eine Vorkat-Lambdasonde vorgeschaltet und eine Nachkat-Lambdasonde nachgeschaltet ist. Beide Lambdasonden geben entsprechende Sensorsignale aus, wobei eine Plausibilisierung der Sensorsignale erfolgt, indem mittels einer OSC-Diagnose eine Ermittlung der aktuell maximal möglichen aktuellen Sauerstoffbelastung des Katalysators sowie einer gemessenen Zeitspanne zwischen Magerdurchbruch der Vorkat-Lambdasonde zur Nachkat-Lambdasonde erfolgt, und mittels eines Injektortests ein theoretischer Restsauerstoffgehalt ermittelt wird. Aus der aktuellen Sauerstoffbelastung und dem theoretischen Restsauerstoffgehalt wird eine theoretische Zeitspanne zwischen Magerdurchbruch der Vorkat-Lambdasonde zur Nachkat-Lambdasonde ermittelt. Wenn der Quotient zwischen gemessener Zeitspanne



WO 2020/143968 A1

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verfahren zur Überwachung von Sensorsignalen und quantitative Ermittlung des stöchiometrischen Kraftstoff-Luftverhältnisses des gefahrenen Kraftstoffs mittels Injektortest und Katalysatordiagnose in einem Fahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung von Sensorsignalen und quantitative Ermittlung des stöchiometrischen Kraftstoff-Luftverhältnisses des gefahrenen Kraftstoffs mittels Injektortest und Katalysatordiagnose in einem Fahrzeug.

Aktuelle Ottomotorenkonzepte können ihre Potentiale bzgl. Leistung, Verbrauch, Dynamik, aber auch Emissionen nur durch intakte Systemkomponenten entfalten. Schon kleine Defekte verhindern einen sauberen Motorlauf nachhaltig. Deshalb sind Onboard Diagnosefunktionen, welche auf dem Steuergerät im Fahrbetrieb ablaufen, notwendig, um die Komponenten in ihren verschiedenen Betriebsbereichen zu diagnostizieren. Einige solche Diagnosefunktionen sind bereits per Gesetz vorgeschrieben. Beispielsweise ist bereits eine Onboard Diagnosefunktion zur Katalysatordiagnose bekannt, die sogenannte OSC-Diagnose. Bei der OSC-Diagnose wird die Sauerstoffspeicherfähigkeit (OSC=Oxygen Storage Capacity), also die Fähigkeit zur Konvertierung von schädlichen Abgasen, bestimmt. Auch sind bereits Injektorenprüfungen für den Service, z.B. in einer Fachwerkstatt, bekannt, bei denen z.B. eine Gemischmassenbilanzierung mittels Lambdasonde durchgeführt wird. Aus der DE102014218430A1 ist ein Verfahren zum verbesserten Injektorentest bei Fahrzeugen bekannt. Hierbei können Einspritzdüsendefekte mit einer Aussage über die Art des

Defekts bestimmt werden. Dieses Verfahren wird allerdings nicht als Online-Diagnose ausgeführt, sondern unter vorgegebenen Bedingungen im Leerlauf des Fahrzeugs.

Außerdem könnten aktive Diagnosen wie beim Service, z.B. eine Ansteuerung von Aktoren und Rückmessung der Sensorsignale, während des Fahrbetriebs den Kunden während der Fahrt stören oder irritieren. Außerdem sind aktive Diagnosen im Service auf wenige last- und drehzahlarme Betriebspunkte beschränkt, so dass lediglich ein kleiner Bereich des Betriebs des Fahrzeugs abgebildet werden kann und betriebspunktabhängige Fehler der Hochdruckeinspritzung möglicherweise nicht detektiert werden können.

Daher ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Online-Diagnose von Injektoren bereitzustellen, um sowohl eine Plausibilisierung von Sensorsignalen als auch eine Berechnung kraftstoffspezifischer Kenngrößen bereitzustellen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Vorgeschlagen wird ein Verfahren zur Onboard-Diagnose in einem Fahrzeug mit einem Katalysator und einer lambdageregelten Brennkraftmaschine im laufenden Fahrbetrieb, wobei dem Katalysator mindestens eine Vorkat-Lambdasonde vorgeschaltet und eine Nachkat-Lambdasonde nachgeschaltet ist. Beide Lambdasonden geben entsprechende Sensorsignale aus, wobei eine Plausibilisierung der Sensorsignale erfolgt, indem mittels einer OSC-Diagnose eine Ermittlung der aktuell maximal möglichen Sauerstoffbeladung des Katalysators sowie einer gemessenen Zeitspanne zwischen Magerdurchbruch der Vorkat-Lambdasonde zur Nachkat-Lambdasonde erfolgt, und mittels eines Injektortests ein theoretischer Restsauerstoffgehalt ermittelt wird. Aus der aktuellen Sauerstoffbeladung und dem theoretischen Restsauerstoffgehalt wird eine theoretische Zeitspanne zwischen Magerdurchbruch der Vorkat-Lambdasonde zur Nachkat-Lambdasonde wie folgt ermittelt: $\Delta t_{\text{theo}} = \text{OSC} / \dot{m}_{\text{RO}_2}$. Wenn der Quotient zwischen gemessener Zeitspanne und theoretischer Zeitspanne innerhalb eines vorgegebenen durch einen ersten und einen zweiten Schwellwert abgegrenzten Bereich liegt, also:

$SW1 \leq \Delta t / \Delta t_{theo} \leq SW2$, wird bestimmt, dass die Vorkat-Lambdasonde und die Nachkat-Lambdasonde fehlerfrei arbeiten, d.h. kein Eingriff von außen nötig ist.

Das Verfahren wird für Einspritzmotoren, insbesondere im Automobilbereich, eingesetzt. Durch das vorgeschlagene Verfahren kann eine für den Fahrer im Wesentlichen unmerkliche, präventive Diagnose und Plausibilisierung von Sensorsignalen im laufenden Fahrbetrieb erfolgen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungsgemäße Einzelheiten zeigt, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Ablaufdiagramm, welches eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Durchführung der Überwachung von Sensorsignalen und zur quantitativen Ermittlung des stöchiometrischen Kraftstoff-Luftverhältnisses des gefahrenen Kraftstoffs mittels Injektortest und Katalysator diagnose in einem Fahrzeug verdeutlicht.

In der oben bereits erwähnten DE102014218430A1 wird ein Injektortest vorgestellt, welcher bereits kleine Schäden an Injektoren erkennen kann. Allerdings ist dieses Verfahren für den Service vorgesehen, also nicht zur Online- oder Onboard Diagnose OBD, also einer Diagnose im laufenden Fahrbetrieb.

Bei dem vorgeschlagenen Injektortest wird für eine jeweilige Zylinderbank im Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors eine Anzahl von aufeinander folgenden Testschritten ausgeführt, welche größer als die Anzahl der Zylinder der jeweiligen Zylinderbank ist, wobei in einem jeweiligen Testschritt für die einzelnen Einspritzdüsen Gemischfaktoren eingestellt sind, welche jeweils den durch die einzelne Einspritzdüse

bei deren Ansteuerung generierten Kraftstoffmassenstrom festlegen. Für zumindest manche aufeinander folgenden Testschritte werden ein oder mehrere Gemischfaktoren von einem Testschritt zum nächsten verändert. Und während der Testschritte werden Messungen des Lambdawerts des von der Zylinderbank abgeführten Abgasstroms und Messungen des der Zylinderbank zugeführten Luftmassenstroms durchgeführt. Nach Durchführung der Anzahl von Testschritten werden ein Normabweichungswert für jede Einspritzdüse sowie ein Gesamt-Leckagestrom ermittelt, wobei der Normabweichungswert für eine jeweilige Einspritzdüse eine Abweichung des durch die jeweilige Einspritzdüse erzeugten Kraftstoffmassenstroms von einem Normbetriebswert der jeweiligen Einspritzdüse beschreibt und der Gesamt-Leckagestrom den Kraftstoffmassenstrom beschreibt, der durch Leckagen aller Einspritzdüsen der jeweiligen Zylinderbank verursacht ist. Die Ermittlung der Normabweichungswerte für die jeweiligen Einspritzdüsen und des Gesamt-Leckagestroms erfolgt derart, dass ein Gleichungssystem rechnergestützt gelöst wird, welches für einen jeweiligen Testschritt eine Gleichung umfasst, welche die Normabweichungswerte und den Gesamt-Leckagestrom in Abhängigkeit von den im jeweiligen Testschritt eingestellten Gemischfaktoren, einem für den jeweiligen Testschritt gültigen und aus den Messungen des Lambdawerts abgeleiteten Lambdawert und einem für den jeweiligen Testschritt gültigen und aus den Messungen des Luftmassenstroms abgeleiteten Luftmassenstrom beschreibt. Im Falle, dass zumindest ein Normabweichungswert für eine jeweilige Einspritzdüse außerhalb eines vorbestimmten Wertebereichs liegt, wird ein erster Einspritzdüsendefekt in der jeweiligen Zylinderbank in der Form einer Abweichung bei der Einspritzmenge zumindest einer Einspritzdüse detektiert. Im Falle, dass der Gesamt-Leckagestrom größer als ein vorbestimmter Schwellwert ist, wird ein zweiter Einspritzdüsendefekt in der jeweiligen Zylinderbank in der Form einer Leckage zumindest einer Einspritzdüse detektiert.

Da in der gesetzesrelevanten und bereits bekannten OSC-Diagnose Veränderungen im Kraftstoffgemisch gemessen werden, erfolgt erfindungsgemäß eine Kopplung der Ausführung von Vertrimmungsschritten des Injektortests an die OSC-Diagnose, deren Grundprinzip nachfolgend kurz erläutert wird. Die OSC-Diagnose wird im Fahrbetrieb ausgeführt und benutzt die gezielte Vertrimmung der Einspritzmengen g_v (=Gemischvertrimmung), also Veränderung der Kraftstoffmassen \dot{m}_K je Zylinder, um

Fett-/Magersprünge im Abgas zu provozieren. Die genannten Fett-/Magersprünge verändern die Zusammensetzung des Abgases und damit den mit der Lambdasonde messbaren Restsauerstoffgehalt. Diese Änderung kann mit Hilfe von Lambdasonden aufgenommen und ausgewertet werden, wobei zuerst die Vor-Kat-Lambdasonde eine Veränderung im Kraftstoffgemisch misst, und dann das Abgas den Katalysator durchfließt und die Nach-Kat-Lambdasonde flussabwärts erreicht. Die Zeit zwischen den gemessenen Veränderungen im Kraftstoffgemisch wird genutzt, um bei definiertem Magersprung eine Totzeit zwischen Vor-Kat- und Nach-Kat-Lambdasonde aufzuzeigen. Die Totzeit korreliert mit der Fähigkeit des Katalysators, Sauerstoffmoleküle einzuspeichern (OSC) und für die Abgaskonvertierung bereitzustellen. Auf das Ergebnis der OSC-Diagnose kann im Fehlerfall als Fehlerspeicher und Fehleranzeige getriggert werden.

Um die beiden Verfahren so miteinander zu kombinieren, dass die Diagnose für den Fahrer im laufenden Fahrbetrieb möglichst unmerklich erfolgt, werden Randbedingungen RB vorgegeben, welche erfüllt werden müssen, um den Injektortest während des Fahrbetriebs zu starten. Solche Randbedingungen RB können eine kontinuierliche Fahraufgabe, ein Leerlauf oder ein Stand des Fahrzeugs sein, d.h. das Fahrzeug befindet sich für einen vorbestimmten Zeitraum in einem bestimmten Fahrmodus, z.B. einer ruhigen Fahrt ohne starke Beschleunigung oder starkes Abbremsen. Dies kann durch im Fahrzeug vorhandene Systeme bestimmt oder vorhergesagt werden, je nach Ausstattung des Fahrzeugs. Somit kann eine Auswertung direkt im Fahrzeug erfolgen und Unregelmäßigkeiten z.B. nicht plausible Zustände rechtzeitig vor dem Ausfall einer Komponente erkannt werden.

Erfindungsgemäß wird während des Fahrbetriebs die OSC-Diagnose und der Injektortest gemeinsam durchgeführt, wobei eine gleichzeitige Nutzung von gleichen Vertrimmungen des Kraftstoffgemischs der Zylinder erfolgt. Dabei ermittelt die OSC-Diagnose eine Zeitspanne Δt bis ein magerer Durchbruch des Sauerstoffs von λ_{VorKat} auch in λ_{NachKat} zu sehen ist, was mit den beiden Lambdasonden vor und nach dem Katalysator, beginnend im unbeladenen Zustand, gemessen wird. Die OSC-Diagnose ermittelt damit auch eine gemessene Sauerstoffspeicherfähigkeit OSC. Der Injektortest ermittelt für die vorliegende Erfindung den theoretischen Restsauerstoffgehalt \dot{m}_{RO_2} als

Funktion der Gemischqualität unter der Annahme, dass $\lambda_{\text{Verbrennung}} = \lambda_{\text{VorKat}}$, sowie dem Luftmassenstrom m_{shfm} . Der theoretische Restsauerstoffgehalt m_{RO_2} ist eine Funktion der chemischen Umsatzqualität und kann aus Tabellenbüchern für die Oxidation von Kohlenwasserstoffen entnommen werden.

Für die erfindungsgemäße Plausibilisierung der Sensorsignale werden Größen aus dem weiter oben und in der DE102014218430A1 beschriebenen Injektortest und der OSC-Diagnose verglichen. Dabei sind die Anzahl der Zylinder Anz und der sogenannte Cylinder-Balancing-Faktor cb , welcher ein prozentualer Anpassungsfaktor des Kraftstoffstroms ist, bekannt.

Aus dem Injektortest werden die nachfolgenden Größen verwendet:

Eingangsgrößen (im Steuergerät bzw. der Steuereinrichtung gemessen oder gerechnet):

- gv_i eingestellte Gemischfaktoren pro Testschritt i ,
- λ_{vor} Lambdawert vor dem Katalysator,
- m_{shfm} einer Zylinderbank zugeführter Luftmassenstrom, z.B. gemessen durch einen Heißfilmluftmassenmesser auch bezeichnet als \dot{m}_L
- λ_{soll} gewünschter Lambdawert der Kraftstoffverbrennung in der Brennkammer, bekannt aus der Betriebsstrategie des Steuergeräts
- L_{st} stöchiometrisches Luft-Kraftstoff-Verhältnis.

Berechnete Ausgangsgrößen:

- o_i Normabweichungswert für eine jeweilige Einspritzdüse,
- $L_{o, \text{sum}}$ Gesamt-Leckagestrom aller Einspritzdüsen der getesteten Zylinderbank.

Aus dem Injektortest wird gemäß der nachfolgenden Formel nachfolgende Beziehung klar:

$$\sum (gv_i \cdot cb_i \cdot o_i) + \frac{L_{\text{st}} \cdot \lambda_{\text{soll}} \cdot Anz}{m_{\text{shfm}}} \cdot L_{o, \text{sum}} = \frac{Anz}{\lambda_{\text{vor}}}$$

Aus dieser Beziehung kann insbesondere der Injektorfehler σ_i bestimmt werden.

Aus der OSC-Diagnose werden die nachfolgenden Größen verwendet:

Eingangsgrößen (im Steuergerät bzw. der Steuereinrichtung gemessen oder gerechnet):

- g_{vi} eingestellte Gemischfaktoren pro Testschritt,
- λ_{Vor} Lambdawert vor dem Katalysator,
- λ_{Nach} Lambdawert nach dem Katalysator.

Ausgangsgrößen (berechnet):

- Δt Zeit(spanne) zwischen Magerdurchbruch von λ_{Vor} zu λ_{Nach} ,
- OSC gemessene Sauerstoffspeicherfähigkeit.

Mit Hilfe des theoretischen Restsauerstoffgehalts \dot{m}_{RO_2} aus dem Injektortest und des gemessenen OSC-Werts aus der OSC-Diagnose kann ein theoretischer Δt_{theo} Wert ermittelt werden: $\Delta t_{theo} = OSC / \dot{m}_{RO_2}$.

Aus dem Vergleich von in der OSC-Diagnose gemessenem Δt und gerechnetem Δt_{theo} wird eine Plausibilisierung der Messgrößen gegeneinander ermöglicht.

Das heißt, wenn das gemessene Δt und das theoretische Δt_{theo} innerhalb vorgegebener Schwellwerte SW1 und SW2 liegen, können die Sensoren als funktionsfähig bzw. nicht fehlerbehaftet bewertet werden: $SW1 \leq \frac{\Delta t}{\Delta t_{theo}} \leq SW2$. Somit ist kein Eingriff wie ein Austausch von Komponenten, nötig.

Vorteilhaft sollte $\frac{\Delta t}{\Delta t_{theo}}$ bei $1 \pm 0,03$ bis $0,05$ liegen, d.h. dass SW1 zwischen (einschließlich) $0,95$ und $0,97$ und SW2 zwischen (einschließlich) $1,03$ und $1,05$ liegen sollte.

Wenn der Quotient nicht innerhalb der vorgegebene Schwellwerte liegt, muss geprüft werden, ob z.B. $\lambda_{Verbrennung} \neq \lambda_{VorKat}$, d.h. dass eine oder beide der Lambda-Sonden

beschädigt ist. Wenn der Luftmassenstrom \dot{m}_{shfm} ungenau gemessen ist, kann der Sensor beschädigt sein.

Außerdem kann im Falle, dass die Sensorsignale für nicht fehlerbehaftet angesehen werden, also Lambda-Sensoren und Luftmassenwert \dot{m}_K in Figur 1, eine Ermittlung, genauer quantitative Bestimmung, kraftstoffspezifischer Kenngrößen erfolgen.

Aus dem gemessenen Δt und OSC Werten kann über die Beziehung

$$\dot{m}_{RO_2} = OSC / \Delta t$$

der theoretische Luftsauerstoffgehalt

$$\dot{m}_{RO_2} = f(\dot{m}_{shfm}, \lambda_{Verbrennung}) \text{ ermittelt werden,}$$

$$\text{wobei } \lambda_{Verbrennung} \approx \lambda_{VorKat} .$$

Aus dem Injektortest kann eine Ermittlung von $\lambda_{Verbrennung}$ aus \dot{m}_{RO_2} und \dot{m}_{shfm} -Luftmasse erfolgen:

$$\lambda_{Verbrennung} = \dot{m}_{shfm} / (L_{st} \cdot \dot{m}_K), \text{ wobei}$$

die Kraftstoffmasse \dot{m}_K wie folgt ermittelt wird:

$$\dot{m}_K = f(\text{Einspritzungsparametern aus Steuergerät bzw. Steuereinrichtung}).$$

Dabei ist \dot{m}_K der durch Leckagen und die Nutzmasse aller Einspritzdüsen der jeweiligen Zylinderbank verursachte tatsächliche Kraftstoffmassenstrom. Dieser kann während des Injektortests berechnet werden.

Daraus wiederum kann das stöchiometrische Kraftstoff-Luftverhältnis berechnet werden:

$$L_{st} = \frac{\frac{OSC}{\Delta t}}{\lambda_{vorKat} \cdot \dot{m}_K}$$

Es kann also durch vorhandene, bekannte oder aus bestimmten Diagnoseverfahren oder Tests ermittelte Beziehungen das stöchiometrische Kraftstoff-Luftverhältnis L_{st} quantitativ bestimmt werden. Dieses ist für die Vorsteuerung des in den Injektor zugeführten Gemischs wichtig und notwendig.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Onboard-Diagnose in einem Fahrzeug mit einem Katalysator und einer lambdageregelten Brennkraftmaschine im laufenden Fahrbetrieb, wobei dem Katalysator mindestens eine Vorkat-Lambdasonde vorgeschaltet und eine Nachkat-Lambdasonde nachgeschaltet ist, wobei beide Lambdasonden entsprechende Sensorsignale (λ_{Vor} , λ_{Nach}) ausgeben, wobei eine Plausibilisierung der Sensorsignale (λ_{Vor} , λ_{Nach}) erfolgt, indem

- mittels einer OSC-Diagnose eine Ermittlung der aktuell maximal möglichen Sauerstoffbeladung (OSC) des Katalysators sowie einer gemessenen Zeitspanne (Δt) zwischen Magerdurchbruch der Vorkat-Lambdasonde (λ_{Vor}) zur Nachkat-Lambdasonde (λ_{Nach}) erfolgt, und

- mittels eines Injektortests ein theoretischer Restsauerstoffgehalt im Abgas (\dot{m}_{RO_2}) ermittelt wird, wobei

- aus der aktuellen Sauerstoffbeladung (OSC) und dem theoretischen Restsauerstoffgehalt (\dot{m}_{RO_2}) eine theoretische Zeitspanne (Δt_{theo}) zwischen Magerdurchbruch der Vorkat-Lambdasonde zur Nachkat-Lambdasonde wie folgt ermittelt wird: $\Delta t_{theo} = OSC / \dot{m}_{RO_2}$, und wobei

- wenn der Quotient zwischen gemessener Zeitspanne (Δt) und theoretischer Zeitspanne (Δt_{theo}) innerhalb eines vorgegebenen durch einen ersten und einen zweiten Schwellwert (SW1; SW2) abgegrenzten Bereich liegt, also: $SW1 \leq \frac{\Delta t}{\Delta t_{theo}} \leq SW2$,

bestimmt wird, dass die Vorkat-Lambdasonde und die Nachkat-Lambdasonde fehlerfrei arbeiten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei gilt, dass der erste Schwellwert (SW1) innerhalb eines Bereichs von 0,95 bis 0,97 liegt, und der zweite Schwellwert (SW2) innerhalb eines Bereichs von 1,03 bis 1,05 liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei, wenn bestimmt wurde, dass die Vorkat-Lambdasonde und die Nachkat-Lambdasonde fehlerfrei arbeiten, eine quantitative Bestimmung des stöchiometrischen Kraftstoff-Luftverhältnisses (L_{st}) wie folgt erfolgt:

$$L_{st} = \frac{\frac{OSC}{\Delta t}}{\lambda_{VorKat} \cdot \dot{m}_K}$$

wobei gilt:

- OSC: gemessene Sauerstoffspeicherkapazität des Katalysators
- Δt : Zeitspanne bis ein magerer Durchbruch des Sauerstoffs von λ_{VorKat} auch in $\lambda_{NachKat}$ sichtbar
- λ_{VorKat} Lambda-Wert der VorKat-Lambdasonde ,
- \dot{m}_K : Kraftstoffmassenstrom aus Vorsteuerung bzw. Regelung des Steuergeräts.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Onboard-Diagnose nur ausgeführt wird, wenn vorgegebene Randbedingungen erfüllt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei vorgegebene Randbedingungen zumindest eines aus einer kontinuierlichen Fahraufgabe, einem Leerlauf oder einem Stand des Fahrzeugs umfassen.

6. Steuereinrichtung, insbesondere Motortesteinrichtung, zur Onboard-Diagnose in einem Fahrzeug mit einem Katalysator und einer lambdageregelten Brennkraftmaschine im laufenden Fahrbetrieb, wobei dem Katalysator mindestens eine Vorkat-Lambdasonde vorgeschaltet und eine Nachkat-Lambdasonde nachgeschaltet ist, wobei beide Lambdasonden entsprechende Sensorsignale (λ_{Vor} , λ_{Nach}) ausgeben, wobei eine Plausibilisierung der Sensorsignale (λ_{Vor} , λ_{Nach}) erfolgt, indem das folgende Verfahren ausgeführt wird:

- mittels einer OSC-Diagnose eine Ermittlung der aktuell maximal möglichen Sauerstoffbeladung (OSC) des Katalysators sowie einer gemessenen Zeitspanne (Δt) zwischen Magerdurchbruch der Vorkat-Lambdasonde (λ_{Vor}) zur Nachkat-Lambdasonde (λ_{Nach}) erfolgt, und
- mittels eines Injektortests ein theoretischer Restsauerstoffgehalt im Abgas (\dot{m}_{RO_2}) ermittelt wird, wobei
- aus der aktuellen Sauerstoffbeladung (OSC) und dem theoretischen Restsauerstoffgehalt (\dot{m}_{RO_2}) eine theoretische Zeitspanne (Δt_{theo}) zwischen

Magerdurchbruch der Vorkat-Lambdasonde zur Nachkat-Lambdasonde wie folgt ermittelt wird: $\Delta t_{\text{theo}} = \text{OSC} / \dot{m}_{\text{RO}_2}$, und wobei

- wenn der Quotient zwischen gemessener Zeitspanne (Δt) und theoretischer Zeitspanne (Δt_{theo}) innerhalb eines vorgegebenen durch einen ersten und einen zweiten Schwellwert (SW1; SW2) abgegrenzten Bereich liegt, also: $\text{SW1} \leq \frac{\Delta t}{\Delta t_{\text{theo}}} \leq \text{SW2}$,

bestimmt wird, dass die Vorkat-Lambdasonde und die Nachkat-Lambdasonde fehlerfrei arbeiten.

7. Fahrzeug, aufweisend einen Verbrennungsmotor, einen Katalysator mit einer Vorkat-Lambdasonde und einer Nachkat-Lambdasonde, sowie Einspritzdüsen zur Zuführung von Kraftstoff in die Brennkammern des Verbrennungsmotors, wobei das Fahrzeug eine Steuereinrichtung nach Anspruch 5 aufweist.

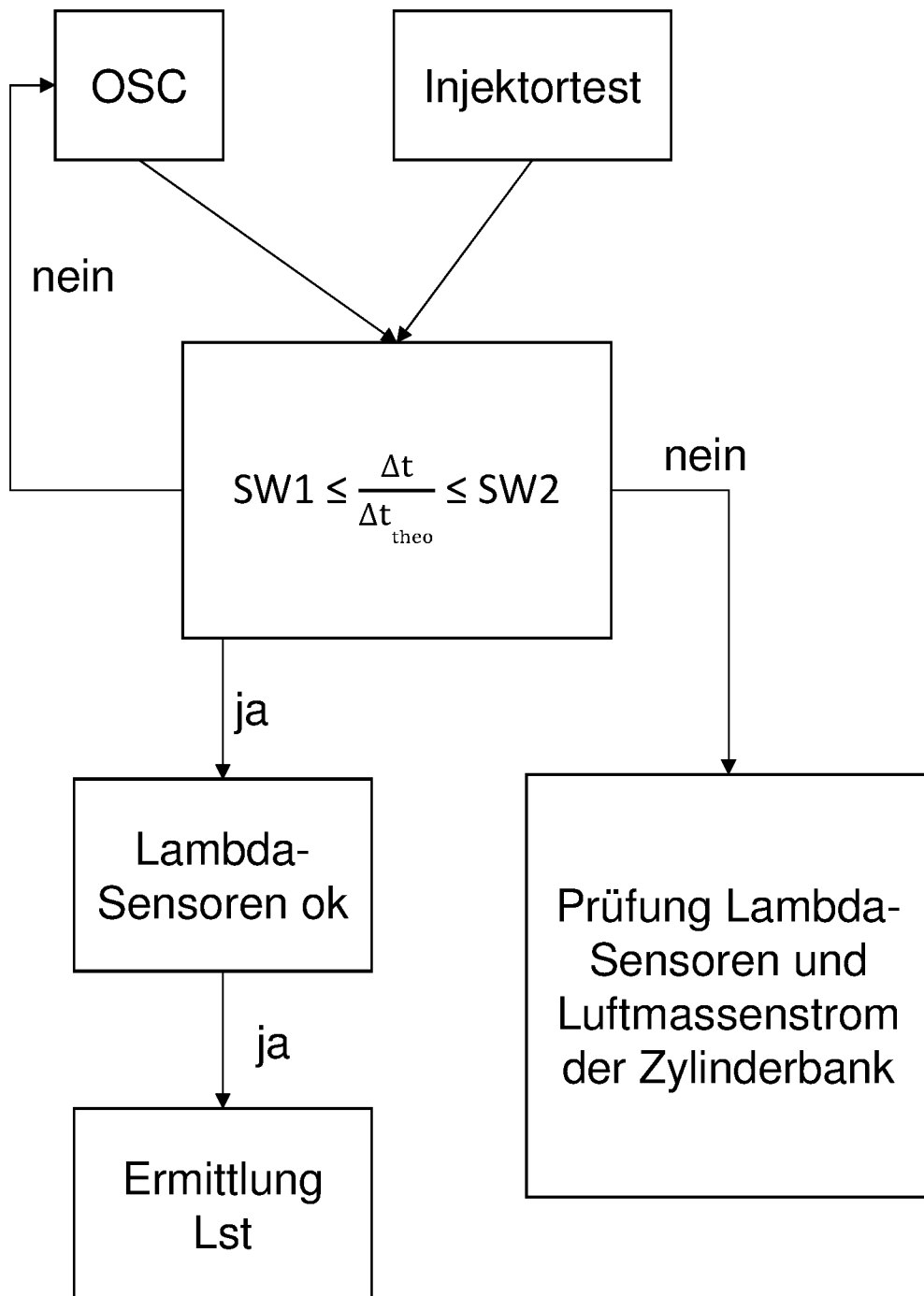


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/084251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
F02D 41/14 (2006.01)i; F02D 41/02 (2006.01)i; F01M 11/00 (2006.01)i; F02M 65/00 (2006.01)i; F01N 11/00 (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F02D; F01N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2018106771 A1 (CUMMINS INC [US]) 14 June 2018 (2018-06-14) paragraphs [0033] - [0039]; figure 1 paragraphs [0041] - [0047]; figures 3,4	1-7
X A	US 2002120386 A1 (SHI GUOJUN [US] ET AL) 29 August 2002 (2002-08-29) paragraphs [0041] - [0045]; figure 1 paragraphs [0049] - [0070]; figure 3 paragraphs [0074] - [0091]; figure 5	1,2,4,6,7 3,5
X A	US 2003221415 A1 (ROESEL GERD [US] ET AL) 04 December 2003 (2003-12-04) figures 1-4 paragraphs [0026] - [0048]	1,2,4,6,7 3,5
X A	JP 2008031901 A (TOYOTA MOTOR CORP) 14 February 2008 (2008-02-14) paragraphs [0004] - [0006] paragraphs [0020] - [0025]; figure 1 paragraphs [0051] - [0058]; figures 6-7	1,2,4,6,7 3,5
X A	DE 10331334 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 24 February 2005 (2005-02-24) figures 1,6	1,2,4,6,7 3,5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 13 March 2020		Date of mailing of the international search report 20 March 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Spicq, Alexandre Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/084251

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2018106771	A1	14 June 2018	CN	110050112	A	23 July 2019
				EP	3551861	A1	16 October 2019
				US	2019353075	A1	21 November 2019
				WO	2018106771	A1	14 June 2018

US	2002120386	A1	29 August 2002	NONE			

US	2003221415	A1	04 December 2003	DE	10017931	A1	06 December 2001
				EP	1272746	A1	08 January 2003
				KR	20020087131	A	21 November 2002
				US	2003221415	A1	04 December 2003
				WO	0177503	A1	18 October 2001

JP	2008031901	A	14 February 2008	NONE			

DE	10331334	A1	24 February 2005	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02D41/14 F02D41/02 F01M11/00 F02M65/00 F01N11/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02D F01N		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2018/106771 A1 (CUMMINS INC [US]) 14. Juni 2018 (2018-06-14) Absätze [0033] - [0039]; Abbildung 1 Absätze [0041] - [0047]; Abbildungen 3,4 -----	1-7
X A	US 2002/120386 A1 (SHI GUOJUN [US] ET AL) 29. August 2002 (2002-08-29) Absätze [0041] - [0045]; Abbildung 1 Absätze [0049] - [0070]; Abbildung 3 Absätze [0074] - [0091]; Abbildung 5 -----	1,2,4,6, 7 3,5
X A	US 2003/221415 A1 (ROESEL GERD [US] ET AL) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) Abbildungen 1-4 Absätze [0026] - [0048] ----- -/-	1,2,4,6, 7 3,5
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
13. März 2020		20/03/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Spicq, Alexandre

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2008 031901 A (TOYOTA MOTOR CORP)	1,2,4,6,
	14. Februar 2008 (2008-02-14)	7
A	Absätze [0004] - [0006]	3,5
	Absätze [0020] - [0025]; Abbildung 1	
	Absätze [0051] - [0058]; Abbildungen 6-7	

X	DE 103 31 334 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE])	1,2,4,6,
	24. Februar 2005 (2005-02-24)	7
A	Abbildungen 1,6	3,5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/084251

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2018106771 A1	14-06-2018	CN 110050112 A EP 3551861 A1 US 2019353075 A1 WO 2018106771 A1	23-07-2019 16-10-2019 21-11-2019 14-06-2018

US 2002120386 A1	29-08-2002	KEINE	

US 2003221415 A1	04-12-2003	DE 10017931 A1 EP 1272746 A1 KR 20020087131 A US 2003221415 A1 WO 0177503 A1	06-12-2001 08-01-2003 21-11-2002 04-12-2003 18-10-2001

JP 2008031901 A	14-02-2008	KEINE	

DE 10331334 A1	24-02-2005	KEINE	
