

(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
12. Oktober 2017 (12.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/174440 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/00 (2006.01) *F02B 25/14* (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01) *F02D 41/14* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/057583

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. März 2017 (30.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 205 951.3 8. April 2016 (08.04.2016) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **VIEHÖVER, Sebastian**; Roter-Brach-Weg
197, 93049 Regensburg (DE). **DE HAAS, Daniel**;
Maidenberg Str. 1, 93059 Regensburg (DE).

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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.

(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).

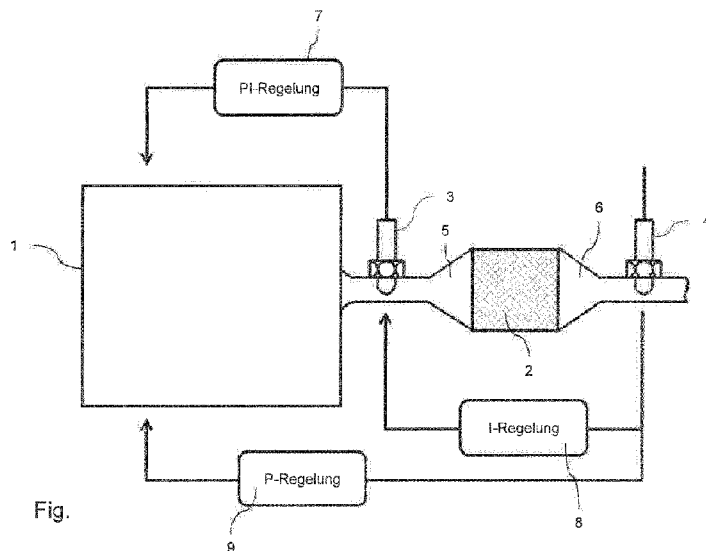
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(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,

(54) Title: METHOD AND CONTROL DEVICE FOR OPERATING A COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND STEUERVORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES VERBRENNUNGSMOTORS



7 PI controller
8 I controller
9 P controller

(57) Abstract: The invention relates to a method for
operating an internal combustion engine (1) having
an exhaust gas section which has an exhaust gas
catalytic converter (2), a first exhaust gas probe (3) at
an exhaust gas catalytic converter inlet (5) and a
second exhaust gas probe (4) at an exhaust gas
catalytic converter outlet (6). The internal combustion
engine (1) can be operated in a flood mode and a
normal mode, in which a fuel-air ratio in a
combustion chamber of the internal combustion
engine (1) is regulated by adapting an injection
quantity and/or a quantity of intake air and/or a flood
duration. In the normal mode, a set of normal
regulating parameters is used to keep the fuel-air ratio
in the combustion chamber within predefined limits.
In the flood mode, a set of flood regulating
parameters is used to keep the fuel-air ratio at the
inlet (5) of the exhaust gas catalytic converter within
predefined limits.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein
Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors
(1) mit einem Abgaskanal, der einen Abgaskatalysator
(2), eine erste Abgassonde (3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/174440 A1



an einem Abgaskatalysator-Eingang (5) und eine zweite Abgassonde (4) an einem Abgaskatalysator-Ausgang (6) aufweist. Der Verbrennungsmotor (1) ist in einem Überspülmodus und einem Normalmodus betreibbar, bei dem ein Kraftstoff-Luftverhältnis in einer Brennkammer des Verbrennungsmotors (1) durch Anpassen einer Einspritzmenge und/oder einer Menge an Ansaugluft und/oder einer Überspüldauer geregelt wird. In dem Normalmodus wird ein Satz von Normal-Regelparametern verwendet, um das Kraftstoff-Luftverhältnis in der Brennkammer innerhalb vorgegebener Schranken zu halten. In dem Überspülmodus wird ein Satz von Überspül-Regelparametern verwendet, um das Kraftstoff-Luftverhältnis am Abgaskatalysator-Eingang (5) innerhalb vorgegebener Schranken zu halten.

Beschreibung

Verfahren und Steuervorrichtung zum Betreiben eines Verbrennungsmotors

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Steuervorrichtung zum Betreiben eines Verbrennungsmotors in einem Normalmodus und einem Überspülmodus mit einem Abgastrakt, der eine erste Abgassonde, eine zweite Abgassonde und einen Abgaskatalysator, insbesondere bestehend aus einem oder mehreren Monolithen, umfasst.

10

In Verbrennungsmotoren mit einem Turbolader ist es bekannt, den Verbrennungsmotor in einem niedrigen Drehzahlbereich in einem Überspülmodus zu betreiben, in dem während eines Ausstoßtaktes sowohl Einlassventile als auch Auslassventile eines Zylinders überschneidend geöffnet sind, so dass eine gewisse Menge an frischer Luft durch den Zylinder strömt, ohne an einer Verbrennung teilzunehmen. Dadurch wird der Drehzahlanstieg des Turboladers verbessert, wodurch ein schnell ansteigender Ladedruck des Turboladers erzielbar ist. Das Überspülen führt jedoch in einem Abgastrakt zur Vermischung von Abgasen und Frischluft. Durch diese Vermischung ändert sich die Zusammensetzung eines Kraftstoff-Luftverhältnisses λ , so dass ein Abgaskatalysator das Abgas nicht mehr optimal reinigt.

20

25

In bisherigen Verbrennungsmotoren wird eine Regelung zur Einstellung des Kraftstoff-Luftverhältnisses während des Überspülens derart ausgeführt, dass ein stöchiometrisches Lambda in einer Brennkammer eingestellt wird. Das Abgas des Verbrennungsmotors besteht infolgedessen aus einem Abgasstrom, gemischt mit einem Strom an frischer Luft, die durch den jeweiligen Zylinder gespült wurde. Dadurch verschiebt sich das λ des Abgases zu einer luftreichen Seite und der Abgaskatalysator arbeitet nicht mehr im optimalen Bereich, wodurch sich Abgaswerte des Verbrennungsmotors verschlechtern.

30

35

In bisherigen Verbrennungsmotoren wird ferner eine Trimmregelung verwendet. Bei der Trimmregelung wird eine zweite Abgassonde stromabwärts des Abgaskatalysators verwendet, um eine erste Abgassonde stromaufwärts des Abgaskatalysators, die das Kraftstoff-Luft-Verhältnis in einer Brennkammer des Verbrennungsmotors regelt, in ihrer optimalen Regellage zu halten.

Im Überspülmodus kommt es zu einer Beimischung von Frischluft zum Abgas, insbesondere beim Wechsel in oder aus dem Überspülmodus. Dadurch kommt es zu großen Schwankungen des Kraftstoff-Luftverhältnisses. Eine Trimmregelung könnte auf diesen Wechsel nicht schnell genug reagieren, so dass es zu großen Schwankungen in der Regelung kommt. Daher wird bisher im Überspülmodus die Trimmregelung deaktiviert.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren bereitzustellen, das auch im Überspülmodus das Kraftstoff-Luftverhältnis innerhalb vorgegebener Schranken hält, so dass der Abgaskatalysator im optimalen Bereich arbeitet.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

Die Erfindung stellt ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einem Abgastrakt bereit, der einen Abgaskatalysator, eine erste Abgassonde an einem Abgaskatalysator-Eingang und eine zweite Abgassonde an einem Abgaskatalysator-Ausgang aufweist, wobei der Verbrennungsmotor in einem Überspülmodus und einem Normalmodus betreibbar ist. In dem Verfahren wird ein Kraftstoff-Luftverhältnis in einer Brennkammer des Verbrennungsmotors durch Anpassen einer Einspritzmenge und/oder einer Menge an Ansaugluft und/oder einer Überspüldauer geregelt. In dem Verfahren wird in dem Normalmodus ein Satz von Normalregelparametern verwendet, um das Kraftstoff-Luftverhältnis in der Brennkammer innerhalb vorgegebener Schranken zu halten, und in dem Überspülmodus wird ein Satz von Überspül-Regelparametern verwendet, um das Kraft-

stoff-Luftverhältnis am Abgaskatalysator-Eingang basierend auf Messwerten des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde und/oder der zweiten Abgassonde innerhalb vorgegebener Schranken zu halten.

5

Die Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses auch im Überspülmodus mit einem eigenen Satz von Überspül-Regelparametern basierend auf Messwerten des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde und/oder der zweiten Abgassonde bewirkt, dass
10 Schwankungen der Regelung beim Wechsel von einem zum anderen Betriebsmodus verhindert werden. Ferner ist somit in jedem Betriebsmodus eine genaue und geeignete Regelung möglich, die den unterschiedlichen Zusammensetzungen des Abgases in den unterschiedlichen Betriebsmodi gerecht wird.

15

In einer zweckmäßigen Ausgestaltung des Verfahrens wird auch in dem Überspülmodus das Kraftstoff-Luftverhältnis basierend auf der ersten und der zweiten Abgassonde geregelt. Dadurch ist es möglich, das Kraftstoff-Luftverhältnis genau zu regeln und eine
20 Regellage der ersten Abgassonde durch die zweite Abgassonde zu verbessern.

In einer zweckmäßigen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass in dem Satz der Überspül-Regelparameter der Sollwert ein stöchiometrisches Kraftstoff-Luftverhältnis an dem Abgaskatalysator-Eingang ist. Dadurch ist der Abgaskatalysator in der Lage,
25 das Abgas optimal zu reinigen.

In einer zweckmäßigen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass in dem Überspülmodus ein Messwert des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde für eine PI-Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses verwendet wird, so dass am Abgaskatalysator-Eingang ein stöchiometrisches Kraftstoff-Luftverhältnis vorliegt. Durch die PI-Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses,
30 basierend auf dem Messwert des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde, wird sowohl eine schnelle Regelung als auch eine stationäre Genauigkeit der Regelung gewährleistet.

35

In einer zweckmäßigen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass in dem Überspülmodus ein Messwert des Kraftstoff-Luftverhältnisses der zweiten Abgassonde für eine PI-Regelung der ersten Abgassonde verwendet wird. Durch diese Regelung wird der Mess- und Regelbereich der ersten Abgassonde in der optimalen Regellage gehalten. Dadurch wird die Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses durch die erste Abgassonde genauer und unterliegt weniger Schwankungen.

10 In einer zweckmäßigen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass in dem Überspülmodus ein Messwert des Kraftstoff-Luftverhältnisses der zweiten Abgassonde für eine PI-Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses verwendet wird, so dass am Abgaskatalysator-Eingang ein stöchiometrisches Kraftstoff-Luftverhältnis vor-
15 liegt. Eine solche Regelung bewirkt, dass bei hohen Schwankungen oder bei Fehlmessungen der ersten Abgassonde dennoch eine Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses gegeben ist. Ferner dient diese zweite Regelung zur Kontrolle und zur Korrektur der auf den Messwerten der ersten Abgassonde basierenden Regelung.

20 In einer zweckmäßigen Ausgestaltung ist vorgesehen, dass in dem Überspülmodus die Überspüldauer basierend auf den Messwerten des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde und/oder der zweiten Abgassonde geregelt wird. Es kann weiter vorgesehen sein,
25 dass in dem Überspülmodus die Kraftstoff-Einspritzmenge basierend auf den Messwerten des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde und/oder der zweiten Abgassonde geregelt wird. Da im Überspülmodus das Abgas nicht nur aus dem verbrannten Kraftstoff-Luftgemisch aus der Brennkammer besteht, sondern auch
30 aus der Menge an überspülter Luft, ist somit die Möglichkeit gegeben, im Überspülmodus beide Komponenten des Abgases, d.h. Abgas und überspülte Frischluft, zu regeln. Durch die Regelung, basierend auf den Messwerten des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten und/oder der zweiten Abgassonde, wird eine höhere
35 Genauigkeit erreicht.

Die vorliegende Erfindung umfasst ferner ein Computerprogramm mit Computerprogrammcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger

gespeichert ist, das direkt in den internen Speicher eines digitalen Rechners geladen werden kann und Softwareabschnitte umfasst, zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

5

Die Erfindung umfasst weiterhin eine Steuervorrichtung mit einer Steuereinheit zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einem Abgastrakt, der einen Abgaskatalysator, eine erste Abgassonde an einem Abgaskatalysator-Eingang und eine zweite Abgassonde an
10 einem Abgaskatalysator-Ausgang aufweist, wobei der Verbrennungsmotor in einem Überspülmodus und einem Normalmodus betreibbar ist. Die Steuervorrichtung ist dazu ausgebildet, ein Kraftstoff-Luftverhältnis in einer Brennkammer des Verbrennungsmotors durch Anpassen einer Einspritzmenge und/oder einer
15 Menge an Ansaugluft und/oder einer Überspüldauer zu regeln; in dem Normalmodus einen Satz von Normal-Regelparametern zu verwenden, um das Kraftstoff-Luftverhältnis in der Brennkammer innerhalb vorgegebener Schranken zu halten; und in dem Überspülmodus einen Satz von Überspül-Regelparametern zu verwenden,
20 um das Kraftstoff-Luftverhältnis am Abgaskatalysator-Eingang innerhalb vorgegebener Schranken zu halten.

Die Steuervorrichtung umfasst ferner weitere Mittel zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

25

Dadurch stellt die Erfindung die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens benötigten Mittel bereit.

Das vorliegende Verfahren ermöglicht es, auch im Überspülmodus Messwerte der ersten und/oder der zweiten Abgassonde zur Regelung
30 des Kraftstoff-Luftverhältnisses zu verwenden, um dieses Verhältnis genau und dem jeweiligen Betriebsmodus angepasst zu regeln. Durch das Verwenden getrennter Regelsätze für jeden der Betriebsmodi werden ferner übermäßige Schwingungen der Regelung
35 beim Wechsel zwischen den Betriebsmodi verhindert.

Die Figur zeigt einen schematischen Aufbau eines Motors mit einem Abgaskatalysator, die die verschiedenen Regelkreise des erfindungsgemäßen Verfahrens veranschaulicht.

5 Die Figur zeigt einen Motor 1, der in einem Kraftfahrzeug verbaut ist. Der Motor 1 ist ein Verbrennungsmotor mit Kraftstoffdirekteinspritzung. Eine Ausführung des Motors mit Saugrohrinspritzung ist jedoch genauso möglich. Zur Reinigung von Abgasen des Motors 1 ist dem Motor 1 ein Abgaskatalysator 2
10 nachgeschaltet. Der Abgaskatalysator 2 ist als ein Dreiwegekatalysator ausgeführt. An einem Abgaskatalysator-Eingang 5, d.h. im Abgasstrom stromaufwärts des oder vor dem Abgaskatalysator 2, ist eine erste Abgassonde 3 angeordnet. Des Weiteren ist an einem Abgaskatalysator-Ausgang 6, d.h. im Abgasstrom
15 stromabwärts des oder nach dem Abgaskatalysator 2, eine zweite Abgassonde 4 angeordnet.

In einem Normalmodus des Motors 1 durchläuft der Motor 1 eine Abfolge von vier Takten: einen Ansaug-, einen Kompressions-,
20 einen Arbeits- und einen Ausstoßtakt. Dabei wird in Brennkammern des Motors 1 ein Kraftstoff-Luftgemisch verbrannt. Das dabei entstehende Abgas wird in dem Abgaskatalysator 2 gereinigt. Dabei werden Stickoxide, Kohlenstoffmonoxid und verbrannter Kraftstoff zu Kohlenstoffdioxid, Stickstoff und Wasser umgewandelt.

25 Zur optimalen Umwandlung des Abgases durch den Abgaskatalysator 2 ist ein stöchiometrisches Kraftstoff-Luftverhältnis λ vorteilhaft. Dies ist der Fall, wenn λ den Wert 1 oder einen Wert nahe an 1 im sog. Lambda-Fenster ($\lambda \in [0,97; 1,03]$) annimmt. Liegt
30 der Lambdawert unterhalb des Lambda-Fensters, d.h. $\lambda < 0,97$, so ist das Kraftstoff-Luftverhältnis luftarm bzw. kraftstoffreich und man spricht von einem fetten Gemisch. Ist λ oberhalb des Fensters, d.h. $\lambda > 1,03$, so ist das Kraftstoff-Luftverhältnis luftreich oder kraftstoffarm und man spricht von einem mageren
35 Gemisch.

Die erste Abgassonde 3 und die zweite Abgassonde 4 sind jeweils Lambdasonden, mit deren Hilfe das Kraftstoff-Luftverhältnis λ

detektiert wird. Ein Messwert des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde 3 wird für eine PI-Regelung 7 des Kraftstoff-Luftverhältnisses λ verwendet. Die PI-Regelung 7 bewirkt dabei, dass in den Brennkammern des Motors 1 ein

5 stöchiometrisches Lambda eingestellt wird. Als Stellgrößen dienen dabei eine Einspritzmenge des Kraftstoffs in die Brennkammer oder eine Menge der Ansaugluft. Über ein Drosselventil und über die Einspritzdüsen werden diese Stellgrößen beeinflusst.

10

Im Normalmodus wird ferner die zweite Abgassonde 4 verwendet, um eine Regellage der ersten Abgassonde 3 optimal einzustellen. Ein Messwert des Kraftstoff-Luftverhältnisses der zweiten Abgassonde 4 wird dabei für eine I-Regelung 8 der ersten Abgassonde

15 3 verwendet. Dieses als Trimmregelung bekannte Verfahren dient zur Feinjustierung der ersten Abgassonde 3.

20

Im Normalmodus des Motors 1 wird für die PI-Regelung 7 und die I-Regelung 8 ein Satz von Normal-Regelparametern verwendet. In diesem Satz ist der Sollwert ein stöchiometrisches Lambda in der Brennkammer. Des Weiteren werden in diesem Satz die jeweiligen I-Anteile und der P-Anteil der PI-Regelung 7 und der I-Regelung 8 gespeichert und diese gespeicherten Werte nur im Normalmodus zur Regelung verwendet.

25

Dadurch wird das Kraftstoff-Luftverhältnis λ so geregelt, dass der Abgaskatalysator 2 die Abgase optimal umwandeln kann.

30

In einem Überspülmodus des Motors 1 gibt es in jeder Brennkammer ein sog. Überspülen zwischen dem Ausstoß- und dem Ansaugtakt. Dabei sind bei jeder Brennkammer während des Aushubtaktes sowohl Auslassventile als auch Einlassventile überschneidend geöffnet. Dadurch strömt frische Luft von den Ansaugventilen durch die Brennkammer zu den Auslassventilen. Dieser Vorgang wird als

35 Überspülen bezeichnet. Bezüglich des Abgasstroms führt das Überspülen dazu, dass von jedem der Auslasskanäle der Zylinder in dem Motor 1 abwechselnd ein verbranntes Kraftstoff-Luftgemisch und ein „Frischlufthgemisch“ zu dem Abgaskatalysator 2

fließt. Dadurch entsteht am Abgaskatalysator-Eingang 5 eine Mischung aus Abgas und „frischer Luft“. Um in dieser Mischung ein Lambda nahe 1 zu erreichen, verwendet das erfindungsgemäße Verfahren im Überspülmodus einen Satz von Überspül-Regel-
5 parametern, der von dem Satz der Normal-Regelparametern unterschiedlich ist.

In dem Satz der Überspül-Regelparameter ist ein Sollwert durch $\lambda = 1$ am Abgaskatalysator-Eingang 5 gegeben. Um in der Summe des
10 Abgasstroms und des Frischluftstroms am Abgaskatalysator-Eingang 5 den Wert $\lambda = 1$ zu erreichen, wird ein fettes Kraftstoff-Luftgemisch in der Brennkammer verbrannt. Das Abgas der Verbrennung weist somit ein $\lambda < 1$ auf. Dieses Abgas wird vor dem Abgaskatalysator-Eingang 5 mit Frischluftströmen vermischt,
15 sodass sich in der Summe ein λ nahe Eins einstellt.

Ähnlich dem Normalmodus wird im Überspülmodus der Messwert der ersten Abgassonde 3 für eine PI-Regelung 7 des Kraftstoff-Luft-verhältnisses im Motor 1 verwendet. Jedoch werden für den
20 Überspülmodus in dem Satz von Überspül-Regelparametern eigene Werte für den P- und den I-Anteil dieser PI-Regelung 7 angelegt und verwendet. Ferner wird im Überspülmodus auch der Messwert der zweiten Abgassonde 4 für eine I-Regelung 8 der Regellage der ersten Abgassonde 3 verwendet, wobei ein eigener I-Anteil für den
25 Überspülmodus in dem Satz von Überspül-Regelparametern angelegt wird. Somit ist eine Trimmregelung auch im Überspülmodus aktiv. Ferner wird der Messwert der zweiten Abgassonde 4 für eine P-Regelung 9 des Kraftstoff-Luftgemisches in dem Motor 1 verwendet, wobei der P-Anteil dieser P-Regelung 9 in dem Satz von
30 Überspül-Regelparametern für den Überspülmodus angelegt wird.

Die Verwendung getrennter Regelparametersätze für die verschiedenen Betriebsmodi verhindert eine Schwankung des erlernten I-Anteils der jeweiligen Regelungen beim Wechsel zwischen den
35 verschiedenen Betriebsmodi, weil in jedem Modus eigene Parameter verwendet werden. Dadurch wird man der Tatsache gerecht, dass im Überspülmodus, anders als im Normalmodus, im Abgas zusätzlich ein Teil Frischluft enthalten ist. Durch das Einstellen eines fetten

Gemisches in den Brennkammern des Motors 1 kann im Überspülmodus das Gemisch von verbranntem Abgas und frischer Luft am Eingang des Abgaskatalysators 2 innerhalb des Lambda-Fensters gehalten werden. Ebenso ist es möglich, eine Überspüldauer zu steuern, d.h. die Zeitdauer, in der sowohl die Einlassventile als auch die Auslassventile der jeweiligen Brennkammer geöffnet sind. Insbesondere ist es also möglich, dass sowohl die PI-Regelung 7 als auch die P-Regelung 9 auf Nockenwellen-Sollwerte zugreifen. Dadurch ist es möglich, die Menge der überspülten Luft, die in dem Abgasstrom enthalten ist, zu regeln, insbesondere zu reduzieren. Die Regelungen können somit auf beide Komponenten, überspülter Luft und Abgas, aus denen im Überspülmodus der Abgasstrom besteht, regelnd eingreifen.

Somit ermöglicht das Verfahren auch im Überspülmodus das Einstellen eines optimalen Kraftstoff-Luftverhältnisses für die Dreiwegekatalysator-Konvertierung anhand von Messwerten. Dadurch ist es einem Verbrennungsmotor nun möglich, einen Überspülmodus zu nutzen, ohne dass es zu einer Verschlechterung der Abgaswerte kommt. Das Verwenden eigener Regelparametersätze für jeden der Betriebsmodi bewirkt zusätzlich, dass es beim Wechsel von einem zum anderen Betriebsmodus nicht zu übermäßigen Schwankungen in der Regelung kommt, insbesondere in jenen Regelungen, die einen I-Anteil aufweisen.

Bezugszeichenliste

	1	Motor
	2	Abgaskatalysator
5	3	Abgassonde
	4	Abgassonde
	5	Abgaskatalysator-Eingang
	6	Abgaskatalysator-Ausgang
	7	PI-Regelung
10	8	I-Regelung
	9	P-Regelung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors (1) mit einem Abgastrakt, der einen Abgaskatalysator (2), eine erste Abgassonde (3) an einem Abgaskatalysator-Eingang (5) und eine
5 zweite Abgassonde (4) an einem Abgaskatalysator-Ausgang (6) aufweist, wobei der Verbrennungsmotor (1) in einem Überspülmodus und einem Normalmodus betreibbar ist,
- bei dem ein Kraftstoff-Luftverhältnis in einer Brennkammer des
10 Verbrennungsmotors (1) durch Anpassen einer Einspritzmenge und/oder einer Menge an Ansaugluft und/oder einer Überspüldauer geregelt wird,
- bei dem in dem Normalmodus ein Satz von Normal-Regelparametern verwendet wird, um das Kraftstoff-Luftverhältnis in der
15 Brennkammer innerhalb vorgegebener Schranken zu halten,
- bei dem in dem Überspülmodus ein Satz von Überspül-Regelparametern verwendet wird, um das Kraftstoff-Luftverhältnis am Abgaskatalysator-Eingang (5) basierend auf Messwerten des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde (3) und/oder
20 der zweiten Abgassonde (4) innerhalb vorgegebener Schranken zu halten.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses in dem Überspülmodus
25 basierend auf der ersten Abgassonde (3) und der zweiten Abgassonde (4) durchgeführt wird.
3. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Satz der Überspül-Regelparameter der Sollwert ein stöchiometrisches Kraftstoff-Luftverhältnis an dem Abgaskatalysator-Eingang (5) ist.
30
4. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Überspülmodus ein Messwert des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde (3) für eine
35 PI-Regelung (7) des Kraftstoff-Luftverhältnisses verwendet wird, sodass am Abgaskatalysator-Eingang (5) ein stöchiometrisches Kraftstoff-Luftverhältnis vorliegt.

5. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Überspülmodus ein Messwert des Kraftstoff-Luftverhältnisses der zweiten Abgassonde (4) für eine I-Regelung (8) der ersten Abgassonde (3) verwendet wird.

5

6. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Überspülmodus ein Messwert des Kraftstoff-Luftverhältnisses der zweiten Abgassonde (4) für eine P-Regelung (9) des Kraftstoff-Luftverhältnisses verwendet wird, sodass am Abgaskatalysator-Eingang (5) ein stöchiometrisches Kraftstoff-Luftverhältnis vorliegt.

10

7. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Überspülmodus die Überspüldauer basierend auf den Messwerten des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde (3) und/oder der zweiten Abgassonde (4) geregelt wird.

15

8. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Überspülmodus die Kraftstoffeinspritzmenge basierend auf den Messwerten des Kraftstoff-Luftverhältnisses der ersten Abgassonde (3) und/oder der zweiten Abgassonde (4) geregelt wird.

20

9. Computerprogramm mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist, das direkt in den internen Speicher eines digitalen Rechners geladen werden kann und Softwarecode-Abschnitte umfasst, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

25

30

10. Steuervorrichtung mit einer Steuereinheit zum Betreiben eines Verbrennungsmotors (1) mit einem Abgastrakt, der einen Abgaskatalysator (2), eine erste Abgassonde (3) an einem Abgaskatalysator-Eingang (5) und eine zweite Abgassonde (4) an einem Abgaskatalysator-Ausgang (6) aufweist, wobei der Verbrennungsmotor (1) in einem Überspülmodus und einem Normalmodus betreibbar ist,

35

die ausgebildet ist,

- ein Kraftstoff-Luftverhältnis in einer Brennkammer des Verbrennungsmotors (1) durch Anpassen einer Einspritzmenge und/oder einer Menge an Ansaugluft und/oder einer Überspüldauer

5 zu regeln,

- in dem Normalmodus einen Satz von Normal-Regelparametern zu verwenden, um das Kraftstoff-Luftverhältnis in der Brennkammer innerhalb vorgegebener Schranken zu halten,

10 - in dem Überspülmodus einen Satz von Überspül-Regelparametern zu verwenden, um das Kraftstoff-Luftverhältnis am Abgaskatalysator-Eingang (5) innerhalb vorgegebener Schranken zu halten.

11. Steuervorrichtung gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass diese weitere Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach
15 einem der Ansprüche 1 bis 8 umfasst.

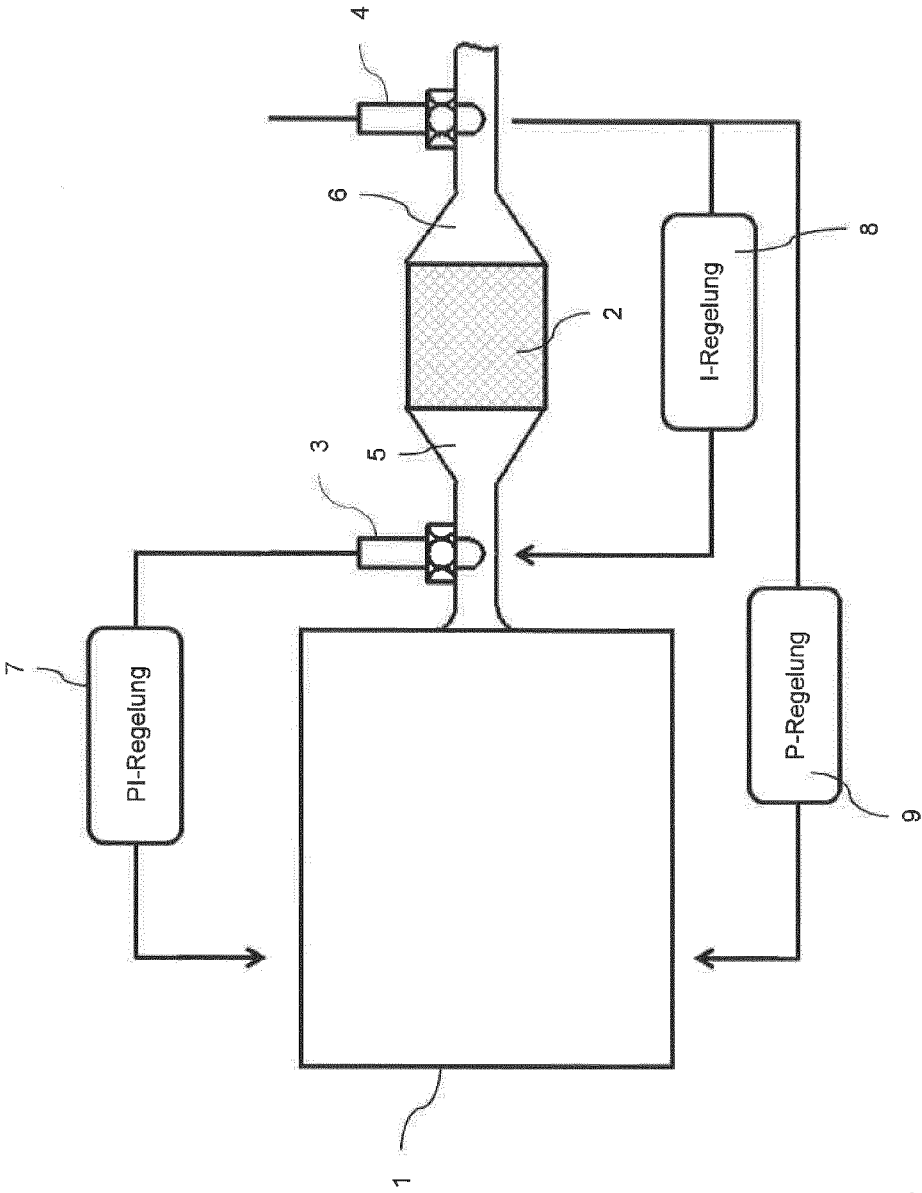


Fig.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/057583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/00 F02D13/02 F02B25/14 F02D41/14
ADD.

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 F02B

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	DE 10 2009 045792 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 May 2011 (2011-05-12)	1-5,8-11
Y	paragraphs [0002] - [0004], [0007] -	7
A	[0010], [0020], [0027], [0031] - [0033], [0042] - [0043], [0052]; figure 1	6
Y	----- DE 10 2009 001673 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23 September 2010 (2010-09-23)	7
A	paragraphs [0006] - [0008], [0020] ----- US 2009/050118 A1 (DELP MATTHIAS [DE] ET AL) 26 February 2009 (2009-02-26)	7
	paragraphs [0002], [0007], [0023], [0029], [0032] - [0033], [0040]; figure 3 ----- -/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

8 June 2017

Date of mailing of the international search report

19/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Eitner, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/057583

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2014 202973 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20 August 2015 (2015-08-20) paragraphs [0004], [0008], [0013], [0019] - [0020]; figure 1 -----	1-11
A	US 2013/152584 A1 (JANKOVIC MRDJAN J [US] ET AL) 20 June 2013 (2013-06-20) paragraphs [0006], [0020], [0024] - [0025], [0039], [0043] - [0044], [0053], [0063] -----	1-11
A	EP 2 871 350 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 13 May 2015 (2015-05-13) paragraphs [0004], [0007], [0009] - [0011], [0013], [0026] -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/057583

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009045792 A1	12-05-2011	NONE	
DE 102009001673 A1	23-09-2010	NONE	
US 2009050118 A1	26-02-2009	DE 102007039613 A1	26-02-2009
		KR 20090020484 A	26-02-2009
		US 2009050118 A1	26-02-2009
DE 102014202973 A1	20-08-2015	NONE	
US 2013152584 A1	20-06-2013	CN 103161597 A	19-06-2013
		DE 102012222378 A1	20-06-2013
		RU 2012153747 A	20-06-2014
		US 2013152584 A1	20-06-2013
EP 2871350 A1	13-05-2015	CN 104428518 A	18-03-2015
		EP 2871350 A1	13-05-2015
		JP 5858159 B2	10-02-2016
		JP WO2014006721 A1	02-06-2016
		US 2015184582 A1	02-07-2015
		WO 2014006721 A1	09-01-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02D41/00 F02D13/02 F02B25/14 F02D41/14
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02D F02B

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	DE 10 2009 045792 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12. Mai 2011 (2011-05-12)	1-5,8-11
Y	Absätze [0002] - [0004], [0007] - [0010],	7
A	[0020], [0027], [0031] - [0033], [0042] - [0043], [0052]; Abbildung 1	6
Y	DE 10 2009 001673 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23. September 2010 (2010-09-23)	7
A	Absätze [0006] - [0008], [0020]	7
A	US 2009/050118 A1 (DELP MATTHIAS [DE] ET AL) 26. Februar 2009 (2009-02-26)	7
	Absätze [0002], [0007], [0023], [0029], [0032] - [0033], [0040]; Abbildung 3	
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"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)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"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

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Juni 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/06/2017

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

Eitner, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2014 202973 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. August 2015 (2015-08-20) Absätze [0004], [0008], [0013], [0019] - [0020]; Abbildung 1 -----	1-11
A	US 2013/152584 A1 (JANKOVIC MRDJAN J [US] ET AL) 20. Juni 2013 (2013-06-20) Absätze [0006], [0020], [0024] - [0025], [0039], [0043] - [0044], [0053], [0063] -----	1-11
A	EP 2 871 350 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 13. Mai 2015 (2015-05-13) Absätze [0004], [0007], [0009] - [0011], [0013], [0026] -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/057583

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009045792 A1	12-05-2011	KEINE	
DE 102009001673 A1	23-09-2010	KEINE	
US 2009050118 A1	26-02-2009	DE 102007039613 A1	26-02-2009
		KR 20090020484 A	26-02-2009
		US 2009050118 A1	26-02-2009
DE 102014202973 A1	20-08-2015	KEINE	
US 2013152584 A1	20-06-2013	CN 103161597 A	19-06-2013
		DE 102012222378 A1	20-06-2013
		RU 2012153747 A	20-06-2014
		US 2013152584 A1	20-06-2013
EP 2871350 A1	13-05-2015	CN 104428518 A	18-03-2015
		EP 2871350 A1	13-05-2015
		JP 5858159 B2	10-02-2016
		JP WO2014006721 A1	02-06-2016
		US 2015184582 A1	02-07-2015
		WO 2014006721 A1	09-01-2014