



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.07.2022 Patentblatt 2022/30

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01N 3/10 (2006.01) **F01N 9/00** (2006.01)
F01N 13/00 (2010.01)

(21) Anmeldenummer: **22150769.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01N 3/101; F01N 9/00; F01N 13/0093;
F01N 3/035; F01N 2430/06; F01N 2560/021;
F01N 2560/025; F01N 2560/14; F01N 2570/145;
F01N 2570/18; F01N 2900/0416; F01N 2900/1402;
F01N 2900/1616

(22) Anmeldetag: **10.01.2022**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN AG**
38440 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Paukner, Stefan**
38442 Wolfsburg (DE)
• **Pott, Ekkehard**
38518 Gifhorn (DE)

(30) Priorität: **21.01.2021 DE 102021101244**

(74) Vertreter: **Bungartz, Florian et al**
Van-Gogh-Strasse 3
81479 München (DE)

(54) **BRENNKRAFTMASCHINE MIT NH₃-SENSOR IM ABGASSTRANG**

(57) Eine Brennkraftmaschine umfasst einen Verbrennungsmotor 1 und einen Abgasstrang 7. In den Abgasstrang 7 sind ausgehend von dem Verbrennungsmotor 1 eine Lambdasonde 11, ein erster Dreiwegekatalysator 12, ein NH₃-Sensor und ein zweiter Dreiwegekatalysator 15 integriert. Der Verbrennungsmotor 1 wird wechselweise fett und mager betrieben. Dabei wird von

dem fetten Betrieb zu dem mageren Betrieb umgeschaltet, wenn ein definiertes Vorhandensein von Ammoniak in dem Abgas mittels des NH₃-Sensors ermittelt wird. Ein solches Ermitteln kann relativ schnell erfolgen, wodurch eine Ausbildung von Ammoniak und, über das Ammoniak, von Lachgas in dem ersten Dreiwegekatalysator 12 minimiert werden kann.

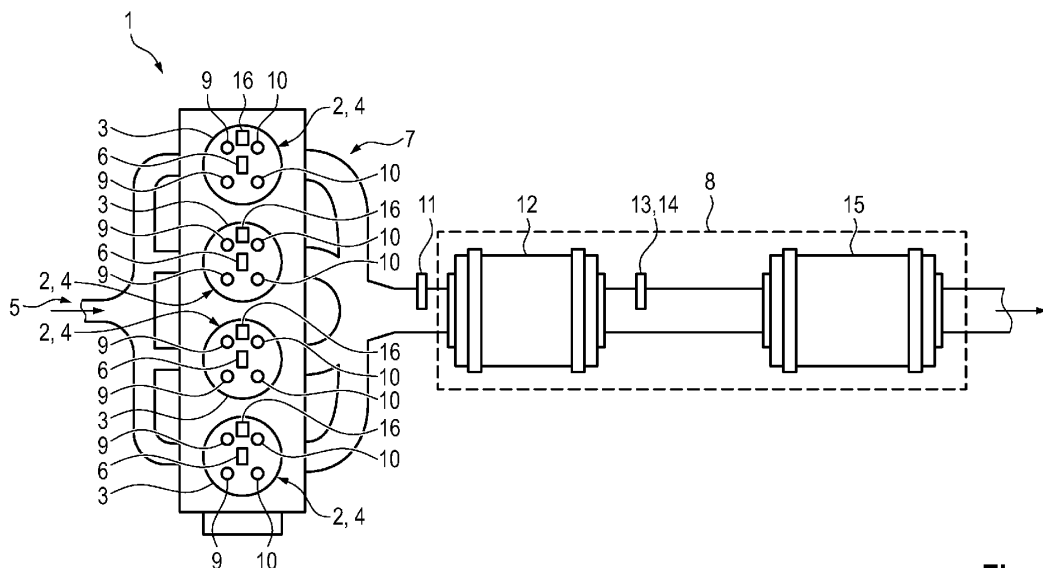


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Brennkraftmaschine.

[0002] Die Regelung des Massenverhältnisses der Bestandteile Luft und Brennstoff eines Gemischs, das dem Verbrennungsmotor einer Brennkraftmaschine zur Verbrennung zugeführt wird, ist nicht nur von zentraler Bedeutung für den Betrieb des Verbrennungsmotors sondern auch für eine Nachbehandlung von Abgas, das von dem Verbrennungsmotor erzeugt wird. Dabei wird dieses Massenverhältnis üblicherweise mit der dimensionslosen Kennzahl λ (Lambda), die auch als Verbrennungsluftverhältnis bezeichnet wird, beschrieben. Das Verbrennungsluftverhältnis gibt dabei konkret das Massenverhältnis der Gemischbestandteile Luft und Brennstoff relativ zum stöchiometrisch idealen Massenverhältnis für einen theoretisch vollständigen Verbrennungsprozess an.

[0003] Ottomotoren, die fremdgezündet und quantitativ geregelt sind, werden häufig mit einem grundsätzlich stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis, d.h. mit $\lambda \approx 1$, betrieben, wobei zur Realisierung eines solchen stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnisses mittels einer sogenannten Lambdasonde der Restsauerstoffgehalt im Abgas analysiert und zur Regelung des Luft-Brennstoff-Massenverhältnisses für anschließende Verbrennungsprozesse genutzt wird. Eine solche reaktive Regelung führt dazu, dass das tatsächliche Verbrennungsluftverhältnis in einem üblicherweise relativ schmalen Bereich um das stöchiometrische Verbrennungsluftverhältnis schwankt. Bekannt ist diesbezüglich, aktiv eine sogenannte Eigenfrequenzregelung für das Verbrennungsluftverhältnis umzusetzen, bei der der Verbrennungsmotor definiert wechselweise leicht fett, d.h. mit einem geringfügig unterstöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis ($\lambda < 1$), sowie leicht mager, d.h. mit einem geringfügig überstöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis ($\lambda > 1$), betrieben wird. Eine Umschaltung zwischen fettem und magerem Betrieb erfolgt dabei bei definierten Abweichungen von dem stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis.

[0004] Eine übliche Ausgestaltung einer in den Abgasstrang eines Ottomotors integrierten Abgasnachbehandlungseinrichtung umfasst in Strömungsrichtung des Abgases gesehen zunächst eine erste Lambdasonde, dann einen ersten Dreiwegekatalysator, anschließend eine zweite Lambdasonde und schließlich einen zweiten Dreiwegekatalysator. Ein Dreiwegekatalysator ist dadurch gekennzeichnet, dass dieser Kohlenstoffmonoxid (CO), Stickoxide (NOx) und unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC) zu Kohlenstoffdioxid (CO₂), Stickstoff (N₂) und Wasser (H₂O) umwandelt. Zudem weist ein solcher Dreiwegekatalysator üblicherweise auch eine sogenannte Sauerstoffspeicherkapazität auf. Dieser kann folglich Sauerstoff in einem begrenzten Umfang einlagern. In einem mageren Betrieb des Verbrennungsmotors einer

Brennkraftmaschine, die eine solche Abgasnachbehandlungseinrichtung umfasst, wird überschüssiger, in dem Rohabgas enthaltener Sauerstoff in dem ersten Dreiwegekatalysator eingelagert, während in einem fetten Betrieb der eingelagerte Sauerstoff für die genannten Umwandlungen genutzt wird. Wenn während eines solchen fetten Betriebs des Verbrennungsmotors die Sauerstoffspeicherkapazität nahezu vollständig ausgeräumt ist, kann es zu Fettdurchbrüchen in dem ersten Dreiwegekatalysator kommen, d.h. in dem ersten Dreiwegekatalysator liegen relevante Mengen von unverbrannten Kohlenwasserstoffen vor, die nicht umgewandelt werden können, was zur Ausbildung von Ammoniak (NH₃) und, über das Ammoniak, zur Bildung von Lachgas (N₂O) führen kann. Eine solche Ausbildung von Ammoniak und Lachgas soll nach Möglichkeit vermieden werden.

[0005] Die US 7 003 943 B2 offenbart ein Verfahren zur geregelten Einstellung des Verbrennungsluftverhältnisses λ bei einem Verbrennungsmotor mittels eines NOx-Sensors, der die ansonsten üblichen zwei Lambdasonden ersetzen soll.

[0006] Die US 10 598 063 B2 offenbart ein Verfahren zur Funktionsprüfung eines Dreiwegekatalysators mittels eines NOx-Sensors, der stromab des Dreiwegekatalysators angeordnet ist.

[0007] Die US 9 115 660 B2 offenbart eine Brennkraftmaschine mit einem Verbrennungsmotor und einem Abgasstrang, in den in Strömungsrichtung des Abgases gesehen ein Dreiwegekatalysator, ein NO_x-Speicherkatalysator, ein SCR-Katalysator und ein NOx-Sensor integriert sind.

[0008] Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, eine Ausbildung von Ammoniak und Lachgas in dem Abgas einer Brennkraftmaschine möglichst zu vermeiden.

[0009] Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine Brennkraftmaschine gemäß dem Patentanspruch 1 vorgesehen, die gemäß einem Verfahren betrieben werden kann, das Gegenstand des Patentanspruchs 7 ist. Vorteilhafte Ausgestaltungsformen der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine und bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstände der weiteren Patentansprüche und/oder ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung.

[0010] Erfindungsgemäß ist eine Brennkraftmaschine vorgesehen, die zumindest einen Verbrennungsmotor und einen Abgasstrang umfasst. Der Verbrennungsmotor ist vorzugsweise zumindest zeitweise fremdgezündet und weiterhin vorzugsweise auch quantitativ geregelt betreibbar (d.h. dann als Ottomotor) ausgestaltet. In den Abgasstrang sind in Strömungsrichtung des Abgases gesehen, d.h. ausgehend von dem Verbrennungsmotor eine (erste) Lambdasonde, dann ein erster Dreiwegekatalysator und anschließend ein zweiter Dreiwegekatalysator integriert. Erfindungsgemäß ist weiterhin zwischen dem ersten Dreiwegekatalysator und dem zweiten Dreiwegekatalysator ein NH₃-Sensor, d.h. ein Sensor, mittels dessen Ammoniak direkt oder indirekt ermittelt werden kann, in den Abgasstrang integriert.

[0011] Eine solche Brennkraftmaschine ermöglicht die Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, gemäß dem der Verbrennungsmotor im Betrieb der Brennkraftmaschine wechselweise (leicht) fett und (leicht) mager (dabei vorzugsweise mit definierten unveränderlichen oder veränderlichen Abweichungen von dem stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis ($\lambda = 1$), beispielsweise im Bereich $\lambda = 1 \pm 0,05$ oder $\lambda = 1 \pm 0,03$ oder $\lambda = 1 \pm 0,01$) betrieben wird, was insbesondere zur Erzielung eines im Mittel stöchiometrischen Betriebs des Verbrennungsmotors dienen kann. Dabei wird von dem fetten Betrieb zu dem mageren Betrieb umgeschaltet, wenn ein definiertes Vorhandensein (d.h. ein grundsätzlich ermittelbares Vorhandensein oder ein Vorhandensein in einer definierten Mindestmenge) von Ammoniak in dem Abgas mittels des NH_3 -Sensors ermittelt wird. Ein solches Ermitteln kann relativ schnell erfolgen, wodurch eine Erzeugung von Ammoniak und, über das Ammoniak, von Lachgas in dem ersten Dreiwegekatalysator minimiert werden kann, weil entsprechend früh beziehungsweise rechtzeitig in den mageren Betrieb des Verbrennungsmotors umgeschaltet wird. Dadurch steht dann ausreichend Sauerstoff in dem Rohabgas, d.h. in dem von dem Verbrennungsmotor erzeugten und noch nicht nachbehandelten Abgas (stromauf des ersten Dreiwegekatalysators), zur Verfügung, um weitere Fettdurchbrüche in dem ersten Dreiwegekatalysator zu vermeiden. Eine entsprechende Regelung des Verbrennungsluftverhältnisses kann dabei deutlich schneller sein, als wenn ein Umschalten von dem fetten Betrieb zu dem mageren Betrieb basierend auf dem Signal einer Lambdasonde ermittelt würde, wie dies gemäß dem Stand der Technik vorgesehen sein kann.

[0012] Ein Umschalten von dem mageren Betrieb zu dem fetten Betrieb kann im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens vorzugsweise dann erfolgen, wenn ein definiertes Vorhandensein (d.h. ein grundsätzlich ermittelbares Vorhandensein oder ein Vorhandensein in einer definierten Mindestmenge) von Sauerstoff in dem Abgas stromab des ersten Dreiwegekatalysators (und vorzugsweise stromauf des zweiten Dreiwegekatalysators) ermittelt wird. Das Vorhandensein von Sauerstoff in dem Abgas kann dabei in grundsätzlich bekannter Weise mittels einer zweiten Lambdasonde ermittelt werden, die zwischen dem ersten Dreiwegekatalysator und dem zweiten Dreiwegekatalysator in den Abgasstrang integriert ist. Alternativ oder ergänzend kann für diesen Zweck auch ein NO_x -Sensor, d.h. ein Sensor, mittels dessen zumindest auch Stickoxide direkt oder indirekt ermittelt werden können, in diesem Abschnitt des Abgasstrangs angeordnet sein. Ein solcher NO_x -Sensor kann dabei auch in vorteilhafter Weise mit dem NH_3 -Sensor integral, d.h. als NH_3 - NO_x -Kombinationssensor ausgestaltet sein.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsform einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine kann in den Abgasstrang weiterhin mindestens ein Partikelfilter integriert sein, um eine Emission von Partikeln mit dem

Abgas zu minimieren. Ein solcher Partikelfilter kann dabei dem ersten Dreiwegekatalysator und/oder dem zweiten Dreiwegekatalysator zugeordnet sein, wobei als Zuordnung die Integration in den jeweiligen Dreiwegekatalysator (zur Ausbildung eines sogenannten Vierwegekatalysators) oder die Anordnung stromab, insbesondere unmittelbar stromab davon (und hinsichtlich des ersten Dreiwegekatalysators stromauf des zweiten Dreiwegekatalysators) verstanden wird. Für die Ausbildung eines Vierwegekatalysators kann dabei vorzugsweise vorgesehen sein, dass ein Partikelfilter mit einer als Dreiwegekatalysator wirkenden Beschichtung versehen ist.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine kann vorgesehen sein, dass die erste Lambdasonde als Breitbandlambdasonde ausgestaltet ist, wodurch eine hohe Regelgenauigkeit für die Basisregelung des Verbrennungsluftverhältnisses mittels der ersten Lambdasonde realisiert werden kann. Die gegebenenfalls vorhandene zweite Lambdasonde kann dagegen vorteilhaft als Sprunglambdasonde (auch als Zweipunktlambdasonde bekannt) ausgestaltet sein, wodurch ein beginnendes Vorhandensein von Sauerstoff in dem Abgas relativ schnell und genau ermittelt werden kann. Grundsätzlich kann jedoch auch die erste Lambdasonde als Sprunglambdasonde ausgestaltet sein.

[0015] Der Verbrennungsmotor einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine kann vorzugsweise mit Flüssigkraftstoff (d.h. insbesondere Benzin) betrieben werden. Möglich ist auch ein Betrieb mit einem gasförmigen Kraftstoff (insbesondere Erdgas, LNG oder LPG).

[0016] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein radbasiertes und nicht schienengebundenes Kraftfahrzeug (vorzugsweise ein PKW oder ein LKW), mit einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine. Dabei kann der Verbrennungsmotor der Brennkraftmaschine insbesondere zur (direkten oder indirekten) Bereitstellung der Fahrtriebsleistung für das Kraftfahrzeug vorgesehen sein.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausgestaltungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1: eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einer vereinfachten Darstellung.

[0018] Die Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße und damit auch für die Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug. Diese umfasst einen Verbrennungsmotor 1, der beispielhaft in Form eines Hubkolbenmotors mit vier in Reihe angeordneten Zylinderöffnungen 2 ausgestaltet ist. Die Zylinderöffnungen 2 begrenzen mit darin geführten Hubkolben 3 und einem Zylinderkopf jeweils einen Brennraum 4. Diesen Brennräumen 4 wird im Betrieb des Verbrennungsmotors 1 und damit der Brennkraftmaschine Frischgas über einen Frischgasstrang 5 zugeführt, wobei die Zufuhr des Frischgases mittels Einlass-

ventilen 9, die den einzelnen Brennräumen 4 zugeordnet sind, gesteuert wird. Bei dem Frischgas handelt es sich ausschließlich oder hauptsächlich um Luft, die aus der Umgebung angesaugt wird. Abgas, das bei der Verbrennung von Gemischmengen entstanden ist, die aus dem Frischgas sowie aus direkt über Kraftstoffinjektoren 6 in die Brennräume 4 eingespritztem Kraftstoff bestehen, wird über einen Abgasstrang 7 der Brennkraftmaschine abgeführt, wobei die Abfuhr des Abgases mittels Auslassventilen 10, die den einzelnen Brennräumen 4 zugeordnet sind, gesteuert wird. Eine Entzündung der Gemischmengen in den Brennräumen erfolgt mittels elektrischen Zündvorrichtungen 16, die beispielsweise Zündfunken erzeugen (Zündkerzen). Das Abgas durchströmt dabei eine Abgasnachbehandlungseinrichtung 8, die dafür vorgesehen ist, Bestandteile des Abgases, die als Schadstoffe angesehen werden, aus dem Abgas zu entfernen oder in unschädliche Bestandteile umzuwandeln.

[0019] Die Brennkraftmaschine kann aufgeladen ausgestaltet sein, wobei dann in den Frischgasstrang 5 ein Frischgasverdichter (nicht dargestellt) integriert wäre. Sofern der Frischgasverdichter dabei Teil eines Abgasturboladers wäre, würde dieser Abgasturbolader weiterhin noch eine Abgasturbine (nicht dargestellt) umfassen, die in den Abgasstrang integriert ist. Abgas, das die Abgasturbine durchströmt, führt dann zu einem rotierenden Antrieb eines Turbinenlaufrads, das drehantreibend mit einem Verdichterlaufrad des Frischgasverdichters verbunden ist, so dass im Ergebnis ein Antrieb des Frischgasverdichters mittels der Abgasturbine erfolgt.

[0020] Die Abgasnachbehandlungseinrichtung 8 der Brennkraftmaschine umfasst in Strömungsrichtung des Abgases gesehen eine erste Lambdasonde 11, vorzugsweise in einer Ausgestaltung als Breitbandlambdasonde, dann einen ersten Dreiwegekatalysator 12, der optional als Vierwegekatalysator ausgestaltet sein und demnach auch einen Partikelfilter umfassen kann, anschließend einen NOx-Sensor 13 sowie einen NH₃-Sensor 14, die in Form eines NH₃-NO_x-Kombinationssensors ausgestaltet sind, und schließlich einen zweiten Dreiwegekatalysator 15, der ebenfalls optional als Vierwegekatalysator ausgestaltet sein kann.

[0021] Im Betrieb der Brennkraftmaschine werden das dem Verbrennungsmotor 1 zuzuführende Frischgas sowie die Mengen des mittels der Kraftstoffinjektoren 6 je Arbeitsspiel in die einzelnen Brennräume 4 einzubringenden Kraftstoffs in Abhängigkeit von dem konkreten Betriebszustand des Verbrennungsmotors 1, der insbesondere durch die angeforderte Last und die Betriebsdrehzahl definiert ist, gezielt eingestellt. Hierzu kann hinsichtlich des Frischgases die Betriebsstellung einer in den Frischgasstrang 5 integrierten Drosselklappe (nicht dargestellt) und/oder eines variablen Ventiltriebs (nicht dargestellt), mittels dessen die Einlassventile 9 variabel betätigbar sind, verändert werden. Der Verbrennungsmotor wird dabei zumindest zeitweise im Mittel stöchiometrisch ($\lambda \approx 1$) betrieben, so dass der den Brennräumen 4 zugeführte Sauerstoff über diesem Zeitraum im We-

sentlichen exakt der Menge entspricht, die für eine thermische Umsetzung des gleichzeitig zugeführten Kraftstoffs gerade benötigt wird. Da ein konstant stöchiometrischer Betrieb des Verbrennungsmotors regelungstechnisch nicht umsetzbar ist, wird der Verbrennungsmotor 1 derart wechselweise leicht fett und leicht mager betrieben, dass sich im Mittel über dem betrachteten Zeitraum ein stöchiometrischer Betrieb einstellt.

[0022] Ein Umschalten von einem fetten Betrieb zu einem mageren Betrieb des Verbrennungsmotors 1 erfolgt dabei dann, wenn ein definiertes Vorhandensein von Ammoniak in dem Abgas mittels des NH₃-Sensors 14 ermittelt wird. Ein solches Vorhandensein von Ammoniak in dem Abgas ist dabei darauf zurückzuführen, dass es zu Fettdurchbrüchen in dem ersten Dreiwegekatalysator 12 kommt, weil unverbrannte Kohlenwasserstoffe, die während des fetten Betriebs in dem Rohabgas enthalten sind, nicht mehr weitestgehend vollständig unter Verwendung von in dem ersten Dreiwegekatalysator 12 eingelagerten Sauerstoff umgewandelt werden können. Dies führt dazu, dass in Verbindung mit Stickstoffmonoxid (NO), das in dem Rohabgas enthalten ist, und mit Wasserstoff (H₂), der in dem ersten Dreiwegekatalysator 12 durch eine Wassergas-Shift-Reaktion ($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$) gebildet wurde, zu der Ausbildung des Ammoniaks (gemäß $2 \text{NO} + 5 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$) in dem ersten Dreiwegekatalysator 12 kommt.

[0023] Die direkte Ermittlung von Ammoniak mittels des NH₃-Sensors 14 und die Nutzung einer solchen Ermittlung für die Definition des Zeitpunkts für ein Umschalten von einem fetten Betrieb zu einem mageren Betrieb des Verbrennungsmotors 1 führt dazu, dass Fettdurchbrüche während des Betriebs des Verbrennungsmotors 1 möglichst schnell detektiert werden und diesen durch ein Umschalten in einen mageren Betrieb des Verbrennungsmotors 1 entgegengewirkt wird, da in dem mageren Betrieb ein Vorhandensein von unverbrannten Kohlenwasserstoffen in dem Rohabgas weitestgehend vermieden ist. Weiterhin wird in einem mageren Betrieb des Verbrennungsmotors 1 in dem Rohabgas enthaltener Sauerstoff in einer Sauerstoffspeicherkapazität des ersten Dreiwegekatalysators 12 eingelagert. Dadurch steht in dem ersten Dreiwegekatalysator 12 wieder Sauerstoff für eine Umwandlung von unverbrannten Kohlenwasserstoffen während eines sich anschließenden fetten Betriebs des Verbrennungsmotors 1 zur Verfügung.

[0024] Ein solches Umschalten von einem mageren Betrieb zu einem fetten Betrieb erfolgt dann, wenn ein definiertes Vorhandensein von Sauerstoff in dem Abgas stromab des ersten Dreiwegekatalysators 12 mittels des NOx-Sensors 13 ermittelt wird, wobei dieses Vorhandensein von Sauerstoff in dem Abgas darauf zurückzuführen ist, dass die Sauerstoffspeicherkapazität des ersten Dreiwegekatalysators 12 im Wesentlichen vollständig aufgefüllt ist.

[0025] Im Ergebnis kann durch eine erfindungsgemäße Regelung des Verbrennungsluftverhältnisses im Betrieb des Verbrennungsmotors 1 auf relativ einfache Wei-

se eine Bildung von Ammoniak und, über das Ammoniak, von Lachgas in dem ersten Dreiwegekatalysator 12 minimiert werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0026]

- | | | |
|----|---------------------------------|--|
| 1 | Verbrennungsmotor | |
| 2 | Zylinderöffnung | |
| 3 | Hubkolben | |
| 4 | Brennraum | |
| 5 | Frischgasstrang | |
| 6 | Kraftstoffinjektor | |
| 7 | Abgasstrang | |
| 8 | Abgasnachbehandlungseinrichtung | |
| 9 | Einlassventil | |
| 10 | Auslassventil | |
| 11 | erste Lambdasonde | |
| 12 | erster Dreiwegekatalysator | |
| 13 | NOx-Sensor | |
| 14 | NH ₃ -Sensor | |
| 15 | zweiter Dreiwegekatalysator | |
| 16 | Zündvorrichtung | |

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine mit einem Verbrennungsmotor (1) und einem Abgasstrang (7), wobei in den Abgasstrang (7) ausgehend von dem Verbrennungsmotor (1) eine (erste) Lambdasonde (11), dann ein erster Dreiwegekatalysator (12) und dann ein zweiter Dreiwegekatalysator (15) integriert sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Dreiwegekatalysator (12) und dem zweiten Dreiwegekatalysator (15) ein NH₃-Sensor (14) in den Abgasstrang (7) integriert ist. 30
2. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Dreiwegekatalysator (12) und dem zweiten Dreiwegekatalysator (15) ein NOx-Sensor (13) und/oder eine zweite Lambdasonde in den Abgasstrang (7) integriert ist/sind. 40
3. Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Dreiwegekatalysator (12) und dem zweiten Dreiwegekatalysator (15) ein/der NOx-Sensor (13) in den Abgasstrang (7) integriert ist, wobei der NH₃-Sensor (14) und der NOx-Sensor (13) integral ausgestaltet sind. 50
4. Brennkraftmaschine gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Partikelfilter stromab des ersten Dreiwegekatalysators (12) angeordnet oder in den ersten Drei-

wegekatalysator (12) integriert ist und/oder ein Partikelfilter stromab des zweiten Dreiwegekatalysators (15) angeordnet oder in den zweiten Dreiwegekatalysator (15) integriert ist.

5. Brennkraftmaschine gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Lambdasonde (11) als Breitbandsonde ausgestaltet ist. 5
6. Brennkraftmaschine gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Dreiwegekatalysator (12) und dem zweiten Dreiwegekatalysator (15) eine/die zweite Lambdasonde in den Abgasstrang (7) integriert ist, wobei die zweite Lambdasonde als Sprosssonde ausgestaltet ist. 10
7. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsmotor (1) wechselweise fett und mager betrieben wird, wobei von dem fetten Betrieb zu dem mageren Betrieb umgeschaltet wird, wenn ein definiertes Vorhandensein von Ammoniak in dem Abgas mittels des NH₃-Sensors (14) ermittelt wird. 15
8. Verfahren gemäß Anspruch 7 zum Betreiben einer Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 2 oder einem der von Anspruch 2 abhängigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** von dem mageren Betrieb zu dem fetten Betrieb umgeschaltet wird, wenn ein definiertes Vorhandensein von Sauerstoff in dem Abgas mittels der zweiten Lambdasonde und/oder ein definiertes Vorhandensein von Stickoxiden und/oder von Sauerstoff in dem Abgas mittels des NOx-Sensors (13) ermittelt wird. 20

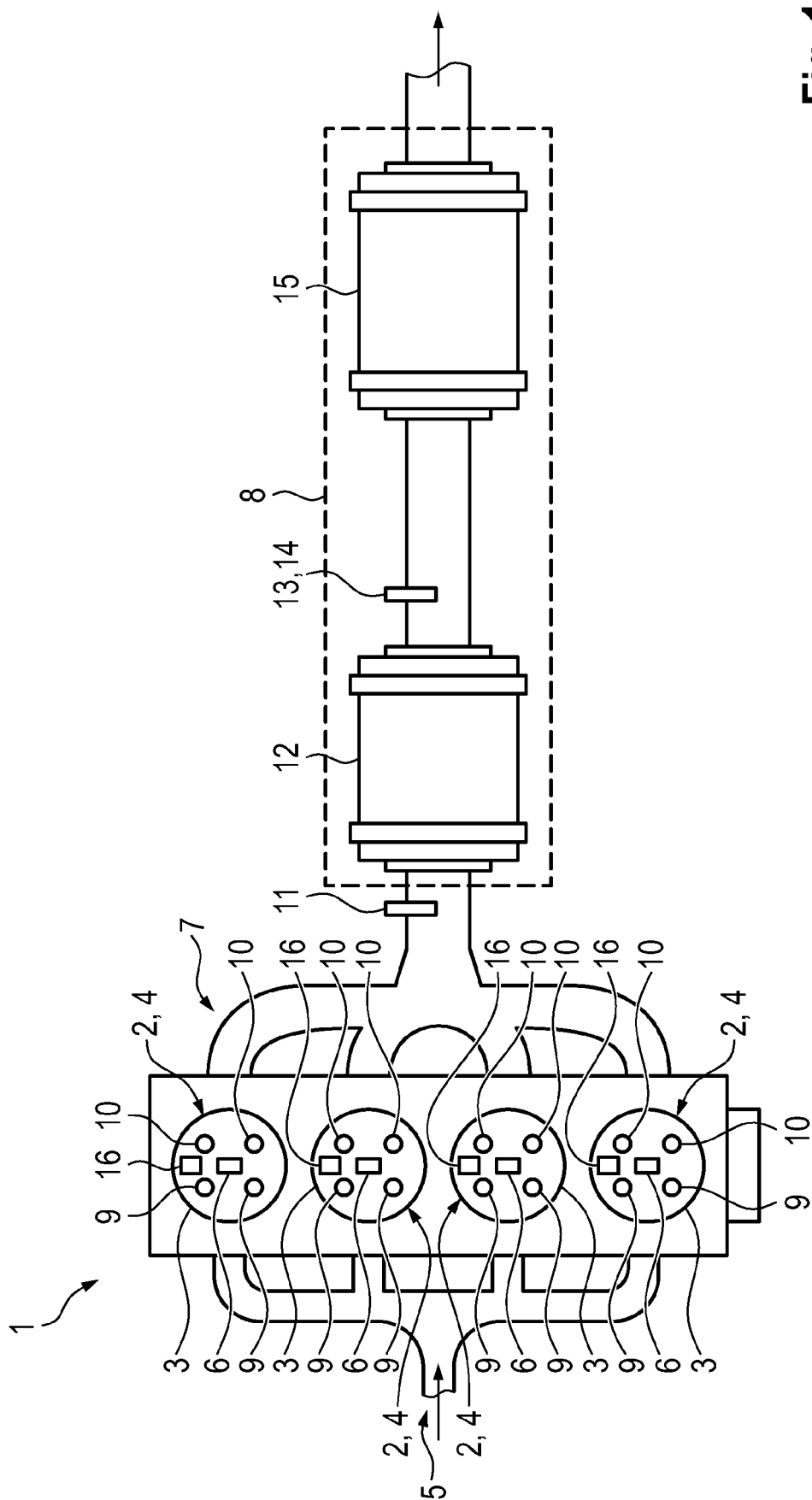


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 0769

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2019/101033 A1 (YODA KIMIKAZU [JP] ET AL) 4. April 2019 (2019-04-04) * Absätze [0061] - [0064]; Abbildungen 1, 2 *	1-8	INV. F01N3/10 F01N9/00 F01N13/00
X	DE 10 2018 218138 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 23. April 2020 (2020-04-23) * Absätze [0035] - [0039]; Abbildungen 1, 2 *	1-3, 5-8	
A		4	
X	EP 2 853 725 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 1. April 2015 (2015-04-01) * Absätze [0014], [0015]; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1-3, 5-8	
X	DE 10 2013 211521 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 2. Januar 2014 (2014-01-02) * Absätze [0033] - [0036], [0048] - [0051]; Abbildungen 1-3 *	1-3, 5-8	
A		4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Juni 2022	Prüfer Kolland, Ulrich
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 15 0769

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-06-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019101033 A1	04-04-2019	JP 6614223 B2	04-12-2019
		JP 2018173074 A	08-11-2018
		US 2019101033 A1	04-04-2019

DE 102018218138 A1	23-04-2020	CN 112867849 A	28-05-2021
		DE 102018218138 A1	23-04-2020
		KR 20210075186 A	22-06-2021
		US 2021239025 A1	05-08-2021
		WO 2020083859 A1	30-04-2020

EP 2853725 A2	01-04-2015	AU 2014224101 A1	09-04-2015
		BR 102014022590 A2	24-05-2016
		CA 2863335 A1	26-03-2015
		CN 104514604 A	15-04-2015
		EP 2853725 A2	01-04-2015
		JP 6468768 B2	13-02-2019
		JP 2015096721 A	21-05-2015
		KR 20150034623 A	03-04-2015
		US 2015082773 A1	26-03-2015

DE 102013211521 A1	02-01-2014	DE 102013211521 A1	02-01-2014
		US 2013340408 A1	26-12-2013

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- US 7003943 B2 [0005]
- US 10598063 B2 [0006]
- US 9115660 B2 [0007]