

(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
13. August 2020 (13.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/160965 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01M 15/10 (2006.01) G01M 15/11 (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/052038

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Januar 2020 (28.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 201 669.3
08. Februar 2019 (08.02.2019) DE

(71) Anmelder: VITESCO TECHNOLOGIES GMBH
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: HERRNBERGER, Michael; c/o Continental Automotive GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE). EMPERHOFF, Felix; c/o Continental Automotive GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE).

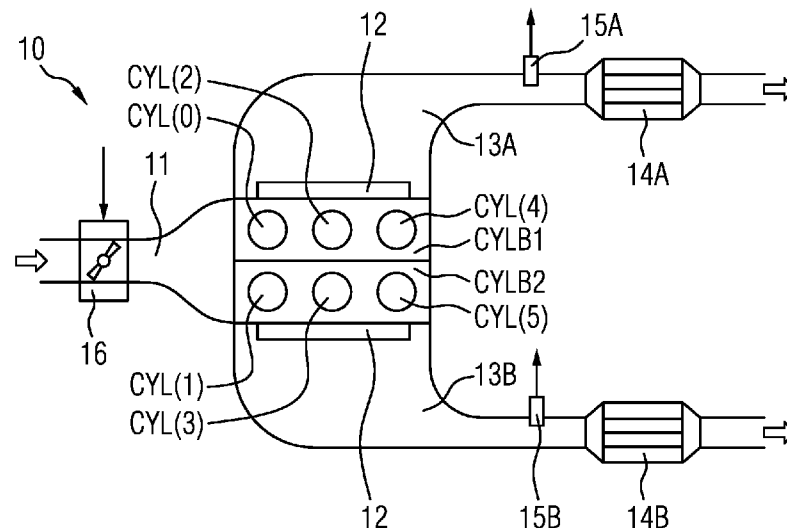
(74) Anwalt: WALDMANN, Alexander; c/o Continental Automotive GmbH, Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(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,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR IDENTIFYING AND DISTINGUISHING A CAUSE OF AT LEAST ONE MISFIRE OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERKENNEN UND UNTERSCHIEDEN EINER URSACHE VON MINDESTENS EINEM VERBRENNUNGS AUSSETZER EINER BRENNKRAFTMASCHINE

FIG 1



(57) Abstract: The present disclosure relates to a method for identifying and distinguishing a cause of at least one misfire (V) of an internal combustion engine (10), wherein the internal combustion engine (10) has a plurality of cylinders (CYL(0)-CYL(5)), at least one exhaust gas tract (13A, 13B) and an exhaust gas sensor (15A, 15B), which is arranged in the exhaust gas tract (13A, 13B), the method having the following steps: - detecting a measurement signal (MS_CYL) using the exhaust gas sensor (15A, 15B) over a determined first time period (Δt_1), the measurement signal (MS_CYL) being characteristic of the oxygen content in the exhaust gas tract (13A, 13B), - dividing the measurement signal (MS_CYL) into measurement signal portions (MS_CYL_AB), - assigning the measurement signal portions (MS_CYL_AB) to the corresponding cylinders (CYL(0)-CYL(5)), as a result of which cylinder-selective measurement signal profiles (MS_CYL_SEL(0-5)) are created which are characteristic of the respective oxygen contents downstream



SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

of the cylinders (CYL(0)-CYL(5)) over the determined first time period (Δt_1), - evaluating the cylinder-selective measurement signal profiles (MS_CYL_SEL(0-5)) to identify at least one misfire (V) of the internal combustion engine (10).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Verfahren zum Erkennen und Unterscheiden einer Ursache von mindestens einem Verbrennungsaussetzer (V) einer Brennkraftmaschine (10), wobei die Brennkraftmaschine (10) mehrere Zylinder (CYL(0)-CYL(5)), mindestens einen Abgastrakt (13A, 13B) und einen Abgassensor (15A, 15B), der in dem Abgastrakt (13A, 13B) angeordnet ist, aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist: - Erfassen eines Messsignals (MS_CYL) mit dem Abgassensor (15A, 15B) über eine bestimmte erste Zeitspanne (Δt_1), wobei das Messsignal (MS_CYL) charakteristisch für den Sauerstoffanteil in dem Abgastrakt (13A, 13B) ist, - Unterteilen des Messsignals (MS_CYL) in Messsignalabschnitte (MS_CYL_AB), - Zuordnen der Messsignalabschnitte (MS_CYL_AB) zu den entsprechenden Zylindern (CYL(0)-CYL(5)), wodurch zylinderselektive Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) erstellt werden, die charakteristisch für den jeweiligen Sauerstoffanteil stromab der jeweiligen Zylinder (CYL(0)-CYL(5)) über die bestimmte erste Zeitspanne (Δt_1) sind, - Auswerten der zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) zum Erkennen von mindestens einem Verbrennungsaussetzer (V) der Brennkraftmaschine (10).

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Erkennen und Unterscheiden einer Ursache von mindestens einem Verbrennungsaussetzer einer Brennkraftmaschine

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erkennen und Unterscheiden einer Ursache von Verbrennungsaussetzern einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern, mit mindestens einem Abgastrakt, wobei in dem mindestens einen Abgastrakt ein Abgassensor angeordnet ist und dessen Messsignal charakteristisch für den Sauerstoffgehalt in dem Abgas der Brennkraftmaschine ist.

10

Verbrennungsaussetzer treten auf, wenn bei einer Brennkraftmaschine beispielsweise die zugeführte Kraftstoffmenge oder die Zündenergie nicht ausreicht, um die Entflammung des Luft-/Kraftstoffgemisches zu realisieren. So kann zum Beispiel ein Fehler in dem Einspritzsystem der Brennkraftmaschine vorliegen, beispielsweise hervorgerufen durch ein ungewolltes Nichtöffnen des Einspritzventils. Damit liegt kein zündfähiges Gemisch im Brennraum vor und dieser Zylinder liefert keinen Beitrag zu dem von der Brennkraftmaschine abgegebenen Drehmoment. Die Fehlerursache kann jedoch auch am Zündsystem der Brennkraftmaschine liegen, beispielsweise durch das Nichtzustandekommen eines Zündfunken zwischen den Elektroden der Zündkerze. Auch Fehler in der Zündungssteuerung, defekte Zündspulen oder ein Nebenschluss der Zündkerze können Ursachen für einen Zündaussetzer und damit für einen Verbrennungsaussetzer sein.

15

20

25

Das Auftreten von Verbrennungsaussetzern bei einer Brennkraftmaschine kann einerseits zur Erhöhung der Emissionsrate von Schadstoffen und andererseits aufgrund von Nachreaktionen des unverbrannten Luft-Kraftstoffgemisches zur Zerstörung eines im Abgastrakt der Brennkraftmaschine angeordneten Abgaskatalysators oder zumindest zu einer Beeinträchtigung seiner Konvertierungsfähigkeit führen.

30

Die Erkennung von solchen Verbrennungsaussetzern wird deshalb von den Gesetzgebern im Rahmen einer On-Board-Diagnose gefordert, um die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für die Emission im Betrieb der Brennkraftmaschine zu gewährleisten. Verbrennungsaussetzer müssen im gesamten Last- und Drehzahlbereich erkannt werden. Eine Detektion der Verbrennungsaussetzer aus

35

der mittels Inkrementalgebern gemessenen Kurbelwellengeschwindigkeit bietet eine kostengünstige Realisierung.

5 Es sind deshalb bereits eine Vielzahl von Verfahren bekannt geworden, die zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern Segmentzeiten messen, welche die Kurbelwelle während der Arbeitstakte der einzelnen Zylinder zum Durchlaufen vorgegebener Winkelspannen benötigt. Anschließend werden aus den Segmentzeiten Laufunruhowerte berechnet, und diese Werte mit Schwellenwerten verglichen, wobei in Zeiten der Schubabschaltung der Brennkraftmaschine Fehler
10 in der Segmentzeitmessung erkannt und korrigiert werden können. (z.B. EP 0 583 496 A1).

Verbrennungsaussetzer führen zu einer vorübergehenden Verlangsamung der Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle. Solche
15 Verbrennungsaussetzererkennungsverfahren, welche die Laufunruhe der Brennkraftmaschine anhand der schwankenden Umdrehungsgeschwindigkeit der Kurbelwelle überprüfen, haben den Nachteil, dass die beobachteten Schwankungen der Umdrehungsgeschwindigkeit nicht nur von dem zu überwachenden Verbrennungsvorgang herrühren können, sondern von äußeren
20 Einflüssen auf das Fahrzeug, wie sie z.B. beim Überfahren einer unebenen Wegstrecke durch die dadurch verursachten Erschütterungen des Fahrzeugs und durch Schwingungsanregungen der Kurbelwelle auftreten. Bei Auftreten von sogenannten Schlechtwegstrecken liefern diese laufunruhebasierten Erkennungsverfahren keine eindeutige Aussage über das Vorhandensein oder
25 Nichtvorhandensein von Verbrennungsaussetzern und werden deshalb ausgeblendet.

Moderne Brennkraftmaschinen weisen ein Zweimassenschwungrad auf, das eine erste Schwungmasse aufweist, die starr mit der Kurbelwelle der
30 Brennkraftmaschine gekoppelt ist, und eine zweite Schwungmasse, die über eine Kupplung mit dem Getriebe gekoppelt ist. Die beiden Schwungmassen sind durch Federn drehelastisch miteinander gekoppelt. Das Zweimassenschwungrad kann somit als Feder-Masse-System beschrieben werden. Es weist eine von den Federkonstanten, den Massen der ersten und zweiten Schwungmasse und den
35 Reibwerten abhängige Eigenfrequenz auf. Bei bestimmten Drehzahlen der Brennkraftmaschine kann es zu Resonanzerscheinungen kommen, die Auswirkungen auf die Laufruhe haben können. Des Weiteren kann es bei speziellen Fahrmanövern mit hohen Drehzahlgradienten zu einem Verklemmen mechanischer

Komponenten innerhalb des Zweimassenschwungrades kommen. Durch diesen Zustand kommt es in einem definierten Lastbereich zu extremen Schwingungen im Antriebsstrang. Die damit verbundene erhöhte gemessene Laufunruhe der Brennkraftmaschine lässt eine zuverlässige Verbrennungsaussetzererkennung
5 durch einen segmentzeitbasierten Laufunruhawert nicht mehr zu.

Aus diesem Grund wird bei Auftreten eines solchen Betriebszustandes das auf der Auswertung von Laufunruhwerten basierende Verfahren zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern ausgeblendet. Die Ausblendung wird erst wieder
10 deaktiviert, nachdem ein bestimmtes Mindestdrehmoment an der Brennkraftmaschine überschritten wurde, das zu einem sicheren "losreißen" der verklemmten Komponenten des Zweimassenschwungrad führt. Das bedeutet, dass die Phase der Ausblendung des laufunruhebasierten Verbrennungsaussetzererkennungsverfahren sehr lang ist.

15 Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. mit der eine sichere Erkennung von mindestens einem Verbrennungsaussetzer und mit dem bzw. mit der eine sichere Unterscheidung einer Ursache des mindestens einen Verbrennungsaussetzers bei einer
20 Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern möglich ist.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Offenbarung sind in den
Unteransprüchen gekennzeichnet.

25 Gemäß der vorliegenden Offenbarung weist ein Verfahren zum Erkennen und Unterscheiden einer Ursache von mindestens einem Verbrennungsaussetzer einer Brennkraftmaschine, wobei die Brennkraftmaschine mehrere Zylinder, mindestens einen Abgastrakt und einen Abgassensor aufweist, der in dem Abgastrakt
30 angeordnet ist, folgende Schritte auf:

- Erfassen eines Messsignals mit dem Abgassensor über eine bestimmte erste Zeitspanne, wobei das Messsignal charakteristisch für den Sauerstoffanteil in dem Abgastrakt ist,
- Unterteilen des Messsignals in Messsignalabschnitte,
- 35 - Zuordnen der Messsignalabschnitte zu den entsprechenden Zylindern, wodurch zylinderselektive Messsignalverläufe erstellt werden, die charakteristisch für den jeweiligen Sauerstoffanteil stromab der jeweiligen Zylinder über die bestimmte erste Zeitspanne sind,

- Auswerten der zylinderselektiven Messsignalverläufe zum Erkennen von mindestens einem Verbrennungsaussetzer der Brennkraftmaschine, wobei bei Erkennung von mindestens einem Verbrennungsaussetzer eine Auswertung der zylinderselektiven Messsignalverläufe zum Unterscheiden der Ursache des mindestens einen Verbrennungsaussetzers erfolgt.

Die Brennkraftmaschine weist mehrere Zylinder auf. Es ist folglich denkbar, dass die Brennkraftmaschine zwei, drei, vier oder noch mehr Zylinder aufweist. Gemäß einer Ausführungsform weist die Brennkraftmaschine zwei oder mehrere

Zylinderbänke auf, die jeweils einen der oder mehrere der Zylinder aufweisen. Es ist auch denkbar, dass die Brennkraftmaschine mehrere der Abgastrakte aufweist. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn die Brennkraftmaschine mehrere Zylinderbänke aufweist. In einem solchen Fall kann jeder der Zylinderbänke einer der Abgastrakte zugewiesen sein.

Der Abgastrakt ist dazu eingerichtet ein Abgas, das bei der Verbrennung eines Luft/Kraftstoffgemischs in den Zylindern entsteht, im Betrieb der Brennkraftmaschine von den Zylindern aus der Brennkraftmaschine abzuführen. Der Abgastrakt ist folglich in Strömungsrichtung des Luft-/Kraftstoffgemischs bzw. des Abgases stromab der Zylinder der Brennkraftmaschine angeordnet.

Der Abgassensor ist in dem Abgastrakt angeordnet und ist dementsprechend dem Abgas der Zylinder ausgesetzt. Der Abgassensor ist gemäß einer Ausführungsform derart in dem Abgastrakt angeordnet, dass er dem Abgas aller Zylinder ausgesetzt ist. Dementsprechend ist es mit nur einem einzigen Abgassensor möglich, den mindestens einen Verbrennungsaussetzer in allen der Zylinder zu Erkennen und dessen Ursache zu unterscheiden. Gemäß einer anderen Ausführungsform ist es auch denkbar, dass mehrere Abgassensoren in der Brennkraftmaschine, die mehrere Abgastrakte aufweist, angeordnet sind, wobei mindestens einer der Abgassensoren in jeweils mindestens einem der Abgastrakte angeordnet ist. Dementsprechend können mit jeweils einem einzigen der Abgassensoren in den jeweiligen Abgastrakten die Verbrennungsaussetzer in allen der Zylindern erkannt und unterschieden werden.

Der Abgassensor misst gemäß der vorliegenden Offenbarung das Messsignal über die bestimmte erste Zeitspanne. Das Messsignal ist dabei charakteristisch für den Sauerstoffgehalt in dem Abgas, das in den Abgastrakt stromab des Zylinders nach

der Verbrennung bzw. nach dem Nichtstattfinden der Verbrennung weitergeleitet wird.

- Sollte in einem der Zylinder die Verbrennung des Luft-Kraftstoffgemischs nicht ordnungsgemäß stattfinden, wodurch ein Verbrennungsaussetzer auftritt, dann wird das unverbrannte Luft-/Kraftstoffgemisch in den Abgastrakt abgeführt und passiert zeitversetzt den Abgassensor. Der Sauerstoffanteil des Abgases des unverbrannten Luft-/Kraftstoffgemischs ist nicht identisch mit dem Sauerstoffanteil des Abgases eines ordnungsgemäß verbrannten Luft-/Kraftstoffgemischs. Dieser Unterschied ist mittels des Abgassensors messbar. Aus dem Messsignal, das charakteristisch für den Sauerstoffanteil in dem Abgas stromab der Zylinder ist, kann folglich abgeleitet werden, ob in einem der Zylinder stromauf mindestens ein Verbrennungsaussetzer auftrat.
- Zur Zuordnung des gemessenen Messsignals zu den entsprechenden Zylindern wird das Messsignal in Messsignalabschnitte unterteilt. Die Verbrennung des Luft-/Kraftstoffgemischs in den Zylindern erfolgt zeitlich nacheinander, wodurch Abgaspakete, die bei der Verbrennung in den Zylinder entstehenden, aus den Zylindern nacheinander in den Abgastrakt weitergeleitet werden. Der Abgastrakt ist dazu eingerichtet die Abgaspakete aus den Zylindern zu dem Abgas zusammenzuführen, das Abgas an dem Abgassensor vorbei zu transportieren und das Abgas aus der Brennkraftmaschine abzuführen. Die Zeit die ein Abgaspaket von dem Zylinder bis zum Abgassensor benötigt, kann ermittelt werden, wodurch auch ermittelt werden kann, welches Abgaspaket aus welchem der Zylinder stammt. Dementsprechend kann das Messsignal in Messsignalabschnitte entsprechend der Anzahl der Zylinder stromauf des Abgassensors unterteilt und zugeordnet werden. Mittels der Unterteilung und Zuordnung können aus den Messsignalabschnitten die zylinderselektiven Messsignalverläufe zusammengefasst werden. Die zylinderselektiven Messsignalverläufe sind folglich charakteristisch für den Sauerstoffanteil in den Abgaspaketen über die erste Zeitspanne der stromauf des Abgassensors angeordneten Zylinder. Sind beispielsweise stromauf des Abgassensors drei der Zylinder angeordnet, wird das Messsignal des Abgassensors in drei zylinderselektive Messsignale unterteilt und den drei Zylindern zugeordnet, wodurch für diese drei Zylinder jeweils ein zylinderselektives Messsignal erstellt werden kann. Mittels nur einem einzigen Abgassensor können alle stromauf angeordneten Zylinder einzeln überwacht werden, dadurch ist das gesamte Verfahren vereinfacht.

Weist gemäß einer Ausführungsform die Brennkraftmaschine vier Zylinder und einen Abgassensor auf, der stromab der vier Zylinder angeordnet ist, so kann das mit dem Abgassensor gemessene Messsignal in vier zylinderselektive Messsignalverläufe, die den vier Zylindern zugeordnet werden, aufgeteilt werden.

- 5 Somit kann aus dem Messsignal des Abgassensors die entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverläufe, die charakteristisch für den Sauerstoffanteil der Abgaspakete aus den vier Zylindern sind, ermittelt werden. Wenn ein Verbrennungsaussetzer erkannt wird, kann folglich auf sehr einfache und schnelle Art und Weise ermittelt werden, in welchem der Zylinder die Verbrennung nicht
10 ordnungsgemäß stattfand.

- Gemäß einer Ausführungsform wird bei der Zuordnung der zylinderselektiven Messsignalverläufe zu den entsprechenden Zylindern ein Anfangsparameter berücksichtigt. Der Anfangsparameter kann beispielsweise angeben, welcher der
15 Zylinder zu Beginn der ersten Zeitspanne das erste Abgaspaket in den Abgastrakt abgibt. Die erste Zeitspanne kann beispielsweise auch mit dem Starten der Brennkraftmaschine anfangen zu laufen. Es ist auch denkbar, dass der Anfangsparameter aus einem Steuergerät der Brennkraftmaschine dem Verfahren gemäß dieser Offenbarung bereitgestellt wird. Mittels des Anfangsparameters ist es
20 insbesondere vereinfacht die entsprechenden Messsignalabschnitte dem jeweiligen Zylinder richtig zuzuordnen.

- Die zylinderselektiven Messsignalverläufe werden ausgewertet, um mindestens einen Verbrennungsaussetzer der Brennkraftmaschine zu erkennen. Die
25 zylinderselektiven Messsignalverläufe sind charakteristisch für den Sauerstoffanteil in den jeweiligen Abgaspaketen aus den jeweiligen Zylindern. Bei einem Verbrennungsaussetzer unterscheidet sich, wie oben erklärt, der Sauerstoffanteil des entsprechenden Abgaspakets von dem Sauerstoffanteil eines Abgaspakets, das aus einem ordnungsgemäß arbeitenden Zylinder stammt. Weist einer der
30 zylinderselektiven Messsignalverläufe folglich einen charakteristischen Verlauf auf, der von einem normalen Verlauf abweicht, kann folglich darauf zurückgeschlossen werden, dass in dem entsprechenden stromauf angeordneten Zylinder ein Verbrennungsaussetzer auftrat. Der normale Verlauf kann beispielsweise in einem Speicher hinterlegt sein und mittels einer Recheneinheit laufend mit den
35 zylinderselektiven Messsignalverläufen verglichen werden. Der normale Verlauf kann auch mittels eines Grenzbands oder einem oder zwei Schwellenwerten abgebildet sein. Über- oder unterschreitet mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe beispielsweise einen der Schwellenwerte oder bricht aus dem

Grenzband aus, kann auf einen Verbrennungsaussetzer zurückgeschlossen werden. Es ist dementsprechend auf sehr einfache Art und Weise möglich Verbrennungsaussetzer zu erkennen und den entsprechenden Zylindern zuzuordnen, allein mittels der der Auswertung des Messsignals des einen einzigen
5 Abgassensors in dem Abgastrakt.

Wird gemäß dem Verfahren der vorliegenden Offenbarung mindestens ein Verbrennungsaussetzer erkannt, werden zudem die zylinderselektiven Messsignalverläufe zum Unterscheiden der Ursache des mindestens einen
10 Verbrennungsaussetzers ausgewertet. Die Auswertung der zylinderselektiven Messsignalverläufe kann dabei beispielsweise starten, sobald mindestens ein Verbrennungsaussetzer erkannt wird.

Der Verbrennungsaussetzer kann beispielsweise wie oben beschrieben ein
15 Zündaussetzer sein. Dabei wird das Luft-/Kraftstoffgemisch nicht entzündet und verbrennt dementsprechend nicht oder nicht vollständig und wird unverbrannt oder teilweise unverbrannt in den Abgastrakt weitergeleitet. Der Sauerstoffanteil eines solchen unverbrannten Abgaspakets ist im Vergleich zu einem Abgaspaket aus einem ordnungsgemäß funktionierenden Zylinder charakteristisch und kann
20 dementsprechend aus dem entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverlauf erkannt werden.

Der Verbrennungsaussetzer kann beispielsweise wie oben beschrieben auch ein Einspritzaussetzer sein. Dabei wird zu wenig oder gar kein Kraftstoff in einen der
25 Zylinder eingespritzt, sodass beispielsweise kein zündfähiges Luft-/Kraftstoffgemisch im Zylinder zum Zündzeitpunkt vorhanden ist. Dieses Luft-/Kraftstoffgemisch wird ebenso unverbrannt bzw. teilweise unverbrannt in den Abgastrakt weitergeleitet. Der Sauerstoffanteil eines solchen unverbrannten Abgaspakets ist im Vergleich zu einem Abgaspaket eines ordnungsgemäß
30 funktionierenden Zylinders und auch im Vergleich zu einem Abgaspaket eines Zylinders in dem das Luft-/Kraftstoffgemisch nicht entzündet wurde charakteristisch und kann dementsprechend aus dem entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverlauf erkannt werden und von einem charakteristischen
35 zylinderselektiven Messsignalverlauf, der von einem Zündaussetzer herrührt, unterschieden werden. Es ist folglich allein mittels der Auswertung der zylinderselektiven Messsignalverläufe möglich, die Ursache des mindestens einen Verbrennungsaussetzer zu unterscheiden und beispielsweise als Zündaussetzer oder als Einspritzaussetzer zu identifizieren. Dies gestaltet die Erkennung und

Unterscheidung von dem mindestens einen Verbrennungsaussetzer vorteilhaft einfach. Zudem ist die Auswertung unabhängig von anderen mechanischen Bauteilen der Brennkraftmaschine, sodass die Auswertung in jedem Betriebszustand der Brennkraftmaschine erfolgen kann. Dadurch können andere Bauteile die stromab des Abgassensors in dem Abgastrakt angeordnet sind, wie beispielsweise ein Abgaskatalysator, vorteilhaft einfach geschützt werden. Zusätzliche Bauteile in dem Abgastrakt oder an oder in der Brennkraftmaschine wie beispielsweise ein Kurbelwellensensor sind nicht nötig. Dadurch ist das Verfahren zusätzlich vereinfacht.

10

Gemäß einer Ausführungsform wird bei der Auswertung der zylinderselektiven Messsignalverläufe zur Identifikation jenes Zylinders in dem die Verbrennung aussetzte die zylinderselektiven Messsignalverläufe miteinander verglichen. Die einzelnen Abgaspakete, die aus den Zylindern in den Abgastrakt weitergeleitet werden, können sich miteinander leicht vermischen. Beispielsweise kann das Abgaspaket aus dem Zylinder, in dem die Verbrennung nicht ordnungsgemäß stattfand, die Zusammensetzung von zeitlich vorausliegenden Abgaspaketen und/oder die Zusammensetzung von zeitlich nachfolgenden Abgaspaketen beeinflussen. Diese Beeinflussung kann aus den jeweiligen zylinderselektiven Messsignalverläufen erkannt werden. Dementsprechend kann es sinnvoll sein, zur genauen Identifikation jenes Zylinders in dem die Verbrennung nicht ordnungsgemäß stattfand, die jeweiligen zylinderselektiven Messsignalverläufe miteinander zu vergleichen. Mittels des Vergleichs können Rückschlüsse auf den Zylinder gezogen werden, in dem die Verbrennung nicht ordnungsgemäß stattfand. Dies kann die Genauigkeit der Identifikation des entsprechenden Zylinders, in dem die Verbrennung nicht ordnungsgemäß stattfand, erhöhen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform setzte in jenem Zylinder die Verbrennung aus, dessen zylinderselektiver Messsignalverlauf im Vergleich mit den anderen zylinderselektiven Messsignalverläufen den größten Signalausschlag aufweist. Bei dem Vergleich der zylinderselektiven Messsignalverläufe zur Identifikation jenes Zylinders in dem die Verbrennung nicht ordnungsgemäß stattfand, können insbesondere die Signalausschläge der jeweiligen zylinderselektiven Messsignalverläufe miteinander verglichen werden. Ein Signalausschlag eines Signalverlaufs kann beispielsweise ein lokales oder ein globales Maximum oder Minimum in dem Signalverlauf sein. Ist beispielsweise der Sauerstoffanteil in dem Abgas aufgrund eines Verbrennungsaussetzers charakteristisch und spiegelt sich folglich beispielsweise in drei von vier oder in vier von vier der zylinderselektiven

30

35

Messsignalverläufe wieder kann mittels der Höhe der Signalausschläge (der Höhe oder Tiefe des lokalen oder globalen Minimums oder Maximums) in den vier zylinderselektiven Messsignalverläufen auf den Zylinder rückgeschlossen werden, in dem die Verbrennung nicht ordnungsgemäß stattfand. Der Sauerstoffanteil in dem Abgaspaket, das aus dem Zylinder stammt, in dem die Verbrennung nicht ordnungsgemäß stattfand, ist gemäß einer Ausführungsform im Vergleich zu den anderen Sauerstoffanteilen der benachbarten Abgaspaketen am höchsten, sodass auch der Signalausschlag des entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverlaufs am charakteristischsten, zum Beispiel am höchsten oder am tiefsten, im Vergleich zu den anderen zylinderselektiven Messsignalverläufen ist. Insgesamt kann folglich sehr einfach mittels der Höhe oder der Tiefe der Signalausschläge der zylinderselektiven Messsignalverläufe auf jenen Zylinder zurückgeschlossen werden, in dem die Verbrennung nicht ordnungsgemäß stattfand. Gemäß dieser Ausführungsform trat der Verbrennungsaussetzer in jenem Zylinder auf, dessen zylinderselektiver Messsignalverlauf im Vergleich zu den anderen zylinderselektiven Messsignalverläufen den größten Signalausschlag aufweist. Die Identifikation des entsprechenden Zylinders ist folglich vorteilhaft einfach.

Gemäß einer Ausführungsform wird mindestens einer der Verbrennungsaussetzer erkannt, sobald mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe einen ersten Schwellenwert übersteigt. Der erste Schwellenwert kann beispielsweise in dem Speicher hinterlegt sein und mittels der Recheneinheit laufend mit den entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverläufen verglichen werden. Auf diese Art und Weise ist es sehr einfach möglich, aus den entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverläufen Verbrennungsaussetzer zu erkennen. Es ist zusätzlich auch denkbar, dass die zylinderselektiven Messsignalverläufe zusätzlich gefiltert, beispielsweise tiefpassgefiltert, werden, bevor sie mit dem ersten Schwellenwert verglichen werden.

Gemäß einer Ausführungsform wird zum Unterscheiden der Ursache des mindestens einen Verbrennungsaussetzers mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe mit einem zweiten Schwellenwert verglichen. Der zweite Schwellenwert kann beispielsweise auch in dem Speicher hinterlegt sein und mittels der Recheneinheit laufend mit den entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverläufen verglichen werden. Der zweite Schwellenwert kann dabei größer bzw. kleiner als der erste Schwellenwert sein. Wird beispielsweise aufgrund des Vergleichs mit dem ersten Schwellenwert erkannt, dass die Verbrennung in

5 einem der Zylinder nicht ordnungsgemäß stattfand, kann der mindestens eine zylinderselektive Messsignalverlauf mit dem zweiten Schwellenwert verglichen werden. Der Vergleich kann darin liegen, ob der mindestens eine zylinderselektive Messsignalverlauf den zweiten Schwellenwert übersteigt bzw. unterschreitet oder nicht. Dementsprechend kann auf die Art des Verbrennungsaussetzers rückgeschlossen werden. Dadurch ist die Unterscheidung des Verbrennungsaussetzers vorteilhaft vereinfacht.

10 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird bei Erkennung eines Verbrennungsaussetzers der Verbrennungsaussetzer als ein Zündaussetzer unterschieden, sofern mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe nur den ersten Schwellenwert der Schwellenwerte übersteigt.

15 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird bei Erkennung eines Verbrennungsaussetzers der Verbrennungsaussetzer als ein Einspritzaussetzer erkannt, sofern mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe den ersten Schwellenwert und den zweiten Schwellenwert übersteigt.

20 Das Abgaspaket eines Zylinders in dem die Verbrennung aufgrund einer falschen oder nicht erfolgten Zündung nicht ordnungsgemäß stattfand, weist gemäß einer Ausführungsform im Vergleich zu einem Abgaspaket eines Zylinders in dem die Verbrennung aufgrund einer falschen oder nicht erfolgten Einspritzung nicht ordnungsgemäß stattfand, einen höheren Sauerstoffanteil auf, sodass der entsprechende zylinderselektive Messsignalverlauf, der charakteristisch für den Sauerstoffanteil ist, im Vergleich zu einem aufgrund eines Einspritzaussetzers charakteristischen zylinderselektiven Messsignalverlauf, einen höheren oder tieferen Signalausschlag auf. Der zweite Schwellenwert kann dementsprechend derart gewählt werden, dass die entsprechenden Ausschläge der zylinderselektiven Messsignalverläufe, je nachdem welche Art von Verbrennungsaussetzer sie repräsentieren, den zweiten Schwellenwert von oben oder unten durchbrechen bzw. nicht von oben oder unten durchbrechen. Es ist folglich auf sehr einfache Art und Weise möglich den Zündaussetzer von dem Einspritzaussetzer zu unterscheiden.

35 Gemäß einer Ausführungsform wird zur Zuordnung der Messsignalabschnitte ein zylinderindividuelles Kennfeld herangezogen wird, das die Drehzahl der Brennkraftmaschine berücksichtigt. Das Kennfeld ist gemäß einer Ausführungsform eine Gaslaufzeit-Kennfeld. Die Gaslaufzeit ist jene Zeit die ein Abgaspaket von dem

Zylinder bis zu der Position in dem Abgastrakt benötigt, an der der Abgassensor angeordnet ist und das Messsignal, das charakteristisch für den Sauerstoffanteil in dem Abgaspaket ist, misst. Die Gaslaufzeit ist von einer Drehzahl der Brennkraftmaschine abhängig. Ein solches Kennfeld zu den einzelnen

- 5 Gaslaufzeiten kann beispielsweise in dem Speicher hinterlegt sein. Das Verfahren der vorliegenden Offenbarung kann beispielsweise das Kennfeld berücksichtigen und entsprechend der Drehzahl die passende Gaslaufzeit herauslesen und für die Zuordnung der zylinderselektiven Messsignalabschnitte verwenden. Dadurch kann die Zuordnung vorteilhaft genau durchgeführt werden. Es ist auch denkbar, dass
- 10 zusätzliche Parameter, wie beispielsweise eine Last, berücksichtigt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform werden zur Erkennung von mindestens einem Verbrennungsaussetzer die zylinderselektiven Messsignalverläufe mit einem Vergleichswert verglichen, der charakteristisch für einen Mittelwert der

- 15 entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverläufe ist, wobei der Mittelwert über eine zweite Zeitspanne ermittelt wird, die zeitlich länger ist als die erste Zeitspanne. Treten beispielsweise mehrere Verbrennungsaussetzer hintereinander in einer vergleichsweise kurzen Zeitspanne auf, kann es zur genauen Identifikation sinnvoll sein die zylinderselektiven Messsignalverläufe mit dem Vergleichswert zu
- 20 vergleichen, der charakteristisch für den Mittelwert der entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverläufe ist. Es ist insbesondere auch denkbar, dass die zylinderselektiven Messsignalverläufe zusätzlich gefiltert, beispielsweise tiefpassgefiltert, werden. Es ist auch denkbar, dass auf den Vergleichswert ein zusätzlicher Wert aufaddiert wird und ein Verbrennungsaussetzer erkannt wird,
- 25 sobald mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe den Vergleichswert plus den zusätzlichen Wert übersteigt. Die Bildung des Mittelwerts ermöglicht insbesondere eine Ergebnisbereinigung. Dadurch können auch mehrere Verbrennungsaussetzer, die beispielsweise zeitlich hintereinander auftreten, vorteilhaft einfach und genau erkannt werden.

30

Gemäß einer anderen Ausführungsform weist eine Vorrichtung zum Erkennen und Unterscheiden der Ursache von Verbrennungsaussetzern einer Brennkraftmaschine eine Steuereinheit auf, die zur Steuerung eines vorgenannten Verfahrens ausgebildet ist. Die Vorrichtung kann beispielsweise eine

35 Motorsteuereinheit sein. Es ist auch denkbar, dass die Vorrichtung ein Teil der Motorsteuereinheit ist oder als zusätzliche Steuereinheit verbaut ist, beispielsweise in einem Fahrzeug mit der Brennkraftmaschine.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Offenbarung sind in den Figuren dargestellt und werden anhand der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Blockschaltbild einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine,
- Fig. 2 in schematischer Darstellung eine Steuereinheit einer Brennkraftmaschine,
- 10 Fig. 3 ein erstes Diagramm zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern bei einer Brennkraftmaschine,
- 15 Fig. 4 ein zweites Diagramm zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern bei einer Brennkraftmaschine,
- Fig. 5 ein drittes Diagramm zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern bei einer Brennkraftmaschine.
- 20

Die Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Brennkraftmaschine 10 mit sechs Zylindern CYL(0)-CYL(5), wobei die Brennkraftmaschine 10 zum Beispiel eingerichtet sein, kann ein Fahrzeug anzutreiben. Die Brennkraftmaschine 10 weist 25 eine erste Zylinderbank CYLB1 und eine zweite Zylinderbank CYLB2 auf, die parallel nebeneinander angeordnet sind. Die Zylinder CYL(0), CLY(2), CLY(4) sind in der ersten Zylinderbank CYLB1 angeordnet und die Zylinder CYL(1), CLY(3), CLY(5) sind in der zweiten Zylinderbank CYLB2 angeordnet. Die Brennkraftmaschine 10 weist außerdem einen Ansaugtrakt 11 auf, der dazu 30 eingerichtet ist, der Brennkraftmaschine 10 Luft zuzuführen. Diesbezüglich weist der Ansaugtrakt 11 eine Drosselklappe 16 auf, die dazu eingerichtet, ist die Luftzufuhr zu steuern. Zudem weist die Brennkraftmaschine 10 eine Kraftstoffversorgungseinrichtung 12 auf, die dazu eingerichtet ist, die Brennkraftmaschine 10 mit Kraftstoff zu versorgen. Die Brennkraftmaschine 10 35 weist zusätzlich einen Abgastrakt 13A, 13B auf, der in Strömungsrichtung durch die Brennkraftmaschine 10 unmittelbar stromab der Zylinder CYL(0)-CYL(5) angeordnet ist. Der Abgastrakt 13A, 13B kann dabei in einen ersten Abgastrakt 13A und in einen zweiten Abgastrakt 13B unterteilt werden. Der erste Abgastrakt 13A ist

stromab des ersten Zylinderblocks CYLB1 angeordnet und der zweite Abgastrakt 13B ist stromab des zweiten Zylinderblocks CYLB2 angeordnet.

5 Gemäß der Ausführungsform aus Figur 1 ist in dem ersten Abgastrakt 13A ein erster Abgassensor 15A und in dem zweiten Abgastrakt 13B ein zweiter Abgassensor 15B angeordnet. Die Abgassensoren 15A, 15B sind dabei stromab der Zylinder CYL(0)-CYL(5) angeordnet. In dem ersten Abgastrakt 13A ist zusätzlich ein erster Abgaskatalysator 14A und in dem zweiten Abgastrakt 13B ist zusätzlich ein zweiter Abgaskatalysator 14B angeordnet. Die Abgaskatalysatoren 10 14A, 14B sind stromab der jeweiligen Abgassensoren 15A, 15B angeordnet.

Die Figur 2 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Steuereinheit 20. Die Steuereinheit 20 weist eine Recheneinheit 21, einen Programmspeicher 22, einen Speicher 23, eine Luft-/Kraftstoffsteuereinrichtung 24 und einen Fehlerspeicher 25 auf. Die Steuereinheit 20 ist dazu eingerichtet aus Eingangssignalen ES entsprechende Ausgangssignale AS auszugeben und eine Brennkraftmaschine 10 entsprechend anzusteuern. Die Steuereinheit 20 kann zusätzlich dazu eingerichtet sein, eine Fehleranzeigevorrichtung 27 anzusteuern, die dazu eingerichtet ist, einem Fahrer oder jemand anderen einen Fehler, wie beispielsweise 20 Verbrennungsaussetzer V (nicht in Figur 2 gezeigt), anzuzeigen. In dem Speicher 23 kann beispielsweise ein Kennfeld KF, ein erster Schwellenwert S1 und/oder ein zweiter Schwellenwert S2 gespeichert sein. Das Kennfeld KF kann beispielsweise ein Gaslauf-Kennfeld sein, das zur Zuordnung von Messsignalabschnitte MS_CYL_AB herangezogen wird.

25 Die Steuereinheit 20 kann beispielsweise eine Motorsteuereinheit sein, die dazu eingerichtet ist, eine Vielzahl von Daten zu verarbeiten und verschiedenste Komponenten der Brennkraftmaschine 10 anzusteuern. Die Steuereinheit 20 kann dementsprechend auch dazu eingerichtet sein, Verbrennungsaussetzer V der 30 Brennkraftmaschine 10 zu erkennen und dessen Ursache zu unterscheiden.

Die Figuren 3 und 4 zeigen ein erstes Diagramm 100 und ein zweites Diagramm 200 zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern V bei einer Brennkraftmaschine 10. Gemäß diesen Ausführungsformen wird ein Messsignal MS_CLY eines 35 Abgassensors 15A, 15B über eine bestimmte Zeitspanne Δt_1 ausgewertet. Das Messsignal MS_CLY ist dabei charakteristisch für den Sauerstoffanteil in einem Abgastrakt 13A, 13B einer Brennkraftmaschine 10 stromab von Zylindern CYL(0)-CYL(5). Das Messsignal MS_CLY wird anschließend beispielsweise von

der Steuereinheit 20 gemäß der Ausführungsform aus Figur 2 ausgewertet, um Verbrennungsaussetzer V zu erkennen und zu unterteilen. Dazu wird das Messsignal MS_CLY in Messsignalabschnitte MS_CLY_AB unterteilt.

Anschließend werden die Messsignalabschnitte MS_CLY_AB den entsprechenden
5 Zylindern CYL(0)-CYL(5) zugeordnet, sodass zylinderselektive Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0-5) erstellt werden. Die zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0-5) sind folglich charakteristisch für den jeweiligen Sauerstoffanteil in dem Abgastrakt 13A, 13B stromab der jeweiligen Zylinder CYL(0)-CYL(5). In den Figuren 1 und 2 sind die zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0),
10 MS_CLY_SEL(2), MS_CLY_SEL(4) der Zylinder CYL(0), CYL(2), CYL(4) dargestellt. Es ist denkbar, dass auch andere Zylinder CYL(0)-CYL(5) oder alle Zylinder CYL(0)-CYL(5) ausgewertet werden.

Zum Erkennen von mindestens einem Verbrennungsaussetzer V werden die
15 zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0-5) ausgewertet. Gemäß einer Ausführungsform wird mindestens einer der Verbrennungsaussetzer V erkannt, sobald mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0-5) einen ersten Schwellenwert S1 übersteigt. Der erste Schwellenwert S1 kann beispielsweise in dem Speicher 23 der Steuereinheit 20
20 hinterlegt sein und von der Steuereinheit 20 laufend mit den zylinderselektiven Messsignalverläufen MS_CLY_SEL(0-5) verglichen werden. In den Diagrammen 100, 200 der Figuren 3 und 4 sind über die Zeit t die zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0), MS_CLY_SEL(2), MS_CLY_SEL(4) aufgetragen. Die zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0),
25 MS_CLY_SEL(2), MS_CLY_SEL(4) zeigen Signalausschläge, die zum Zeitpunkt t₁ beginnen. Übersteigt beispielsweise mindestens einer der Signalausschläge den ersten Schwellenwert S1 kann auf einen Verbrennungsaussetzer V zurückgeschlossen werden, der kurze Zeit vorher in einem der stromauf angeordneten Zylindern CYL(0)-CYL(5) auftrat. In den Diagrammen 100, 200 der
30 Figuren 3 und 4 ist jeweils im unteren Bereich aufgetragen, zu welcher Zeit t der Verbrennungsaussetzer V auftrat. Zeitlich versetzt ist dementsprechend der Verbrennungsaussetzer V in den zylinderselektiven Messsignalverläufen MS_CLY_SEL(0), MS_CLY_SEL(2), MS_CLY_SEL(4) ersichtlich.

35 Zum Unterscheiden der Ursache des Verbrennungsaussetzer V können die zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0-5) mit einem zweiten Schwellenwert S2 verglichen werden. Übersteigt der Signalausschlag der zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0-5) den zweiten

Schwellenwert S2, kann der Verbrennungsaussetzer V als ein Einspritzaussetzer identifiziert werden, übersteigt der Signalverlauf der zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0-5) den zweiten Schwellenwert S2 nicht, kann der Verbrennungsaussetzer V als ein Zündaussetzer identifiziert werden. Das

5 Diagramm 100 in Figur 3 zeigt die Signalausschläge, die den zweiten Schwellenwert S2 übersteigen, folglich kann der Verbrennungsaussetzer V gemäß dieser Ausführungsform als Einspritzaussetzer identifiziert werden. Das Diagramm

200 in Figur 4 zeigt die Signalausschläge, die den zweiten Schwellenwert S2 nicht übersteigen, folglich kann der Verbrennungsaussetzer V gemäß dieser

10 Ausführungsform als Zündaussetzer identifiziert werden.

Die Figur 5 zeigt ein drittes Diagramm 300, das sich von dem zweiten Diagramm 200 und dem ersten Diagramm 100 insbesondere darin unterscheidet, dass mehrere Verbrennungsaussetzer V zeitlich kurz aufeinanderfolgen.

15 Dementsprechend weichen die Signalausschläge der gezeigten zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0), MS_CLY_SEL(2), MS_CLY_SEL(4) verhältnismäßig stark voneinander ab. Zur genauen Erkennung von den Verbrennungsaussetzern V kann es sinnvoll sein, die zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0), MS_CLY_SEL(2), MS_CLY_SEL(4) mit

20 einem Vergleichswert zu vergleichen, der charakteristisch für einen Mittelwert der entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverläufe MS_CLY_SEL(0), MS_CLY_SEL(2), MS_CLY_SEL(4) ist, wobei der Mittelwert über eine zweite Zeitspanne Δt_2 ermittelt wird, die zeitlich länger ist als die erste Zeitspanne Δt_1 .

Bezugszeichenliste

	10	Brennkraftmaschine
	11	Ansaugtrakt
5	12	Kraftstoffversorgungseinrichtung
	13A, 13B	Abgastrakt
	14A, 14B	Abgaskatalysator
	15A, 15B	Abgassensor
	16	Drosselklappe
10	CYL(0)-CYL(5)	Zylinder der Brennkraftmaschine
	CYLB1	erste Zylinderbank
	CYLB2	zweite Zylinderbank
	20	Steuereinheit
	21	Recheneinheit
15	22	Programmspeicher
	23	Speicher
	24	Luft-/Kraftstoffsteuereinrichtung
	25	Fehlerspeicher
	27	Fehleranzeigevorrichtung
20	ES	Eingangssignale
	AS	Ausgangssignale
	t	Zeit
	Δt_1	erste Zeitspanne
	Δt_2	zweite Zeitspanne
25	t1	erster Zeitpunkt
	V	Verbrennungsaussetzer
	MS_CYL	Messsignal
	MS_CYL_AB	Messsignalabschnitte
	MS_CYL_SEL(0-5)	zylinderselektive Messsignalverläufe
30	S1	erster Schwellenwert
	S2	zweiter Schwellenwert
	KF	Kennfeld
	100	erstes Diagramm
	200	zweites Diagramm
35	300	drittes Diagramm

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen und Unterscheiden einer Ursache von
mindestens einem Verbrennungsaussetzer (V) einer Brennkraftmaschine (10),
5 wobei die Brennkraftmaschine (10) mehrere Zylinder (CYL(0)-CYL(5)), mindestens
einen Abgastrakt (13A, 13B) und einen Abgassensor (15A, 15B), der in dem
Abgastrakt (13A, 13B) angeordnet ist, aufweist, wobei das Verfahren folgende
Schritte aufweist:
 - Erfassen eines Messsignals (MS_CYL) mit dem Abgassensor (15A, 15B)
10 über eine bestimmte erste Zeitspanne (Δt_1), wobei das Messsignal (MS_CYL)
charakteristisch für den Sauerstoffanteil in dem Abgastrakt (13A, 13B) ist,
 - Unterteilen des Messsignals (MS_CYL) in Messsignalabschnitte
(MS_CYL_AB),
 - Zuordnen der Messsignalabschnitte (MS_CYL_AB) zu den entsprechenden
15 Zylindern (CYL(0)-CYL(5)), wodurch zylinderselektive Messsignalverläufe
(MS_CYL_SEL(0-5)) erstellt werden, die charakteristisch für den jeweiligen
Sauerstoffanteil stromab der jeweiligen Zylinder (CYL(0)-CYL(5)) über die
bestimmte erste Zeitspanne (Δt_1) sind,
 - Auswerten der zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5))
20 zum Erkennen von mindestens einem Verbrennungsaussetzer (V) der
Brennkraftmaschine (10),
wobei bei Erkennung von dem mindestens einen Verbrennungsaussetzer (V) eine
Auswertung der zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) zum
Unterscheiden der Ursache des mindestens einen Verbrennungsaussetzers (V)
25 erfolgt.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei bei der Auswertung der
zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) zur Identifikation jenes
Zylinders (CYL(0)-CYL(5)) in dem die Verbrennung aussetzte, die
30 zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) miteinander verglichen
werden.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei in jenem Zylinder (CYL(0)-CYL(5)) die
Verbrennung aussetzte, dessen zylinderselektiver Messsignalverlauf
35 (MS_CYL_SEL(0-5)) im Vergleich mit den anderen zylinderselektiven
Messsignalverläufen (MS_CYL_SEL(0-5)) den größten Signalausschlag aufweist.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens einer der Verbrennungsaussetzer (V) erkannt wird, sobald mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) einen ersten Schwellenwert (S1) übersteigt.

5

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Unterscheiden der Ursache des mindestens einen Verbrennungsaussetzers (V) mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) mit einem zweiten Schwellenwert (S2) verglichen wird.

10

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei bei Erkennung des mindestens einen Verbrennungsaussetzers (V) der eine Verbrennungsaussetzer (V) als ein Zündaussetzer erkannt wird, wenn mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) nur den ersten Schwellenwert (S1) der Schwellenwerte (S1, S2) übersteigt.

15

7. Verfahren gemäß Anspruch 5 oder 6, wobei bei Erkennung des mindestens einen Verbrennungsaussetzers (V) der Verbrennungsaussetzer (V) als ein Einspritzaussetzer erkannt wird, wenn mindestens einer der zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) den ersten Schwellenwert (S1) und den zweiten Schwellenwert (S2) übersteigt.

20

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zur Zuordnung der Messsignalabschnitte (MS_CYL_AB) ein zylinderindividuelles Kennfeld (KF) herangezogen wird, das die Drehzahl der Brennkraftmaschine (10) berücksichtigt.

25

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zur Erkennung von mindestens einem Verbrennungsaussetzer (V) die zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) mit einem Vergleichswert verglichen werden, der charakteristisch für einen Mittelwert der entsprechenden zylinderselektiven Messsignalverläufe (MS_CYL_SEL(0-5)) ist, wobei der Mittelwert über eine zweite Zeitspanne (Δt_2) ermittelt wird, die zeitlich länger ist als die erste Zeitspanne (Δt_1).

35

10. Vorrichtung zum Erkennen und Unterscheiden einer Ursache von mindestens einem Verbrennungsaussetzer (V) einer Brennkraftmaschine (10),

wobei die Vorrichtung eine Steuereinheit (20) aufweist, die zur Steuerung eines Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

FIG 1

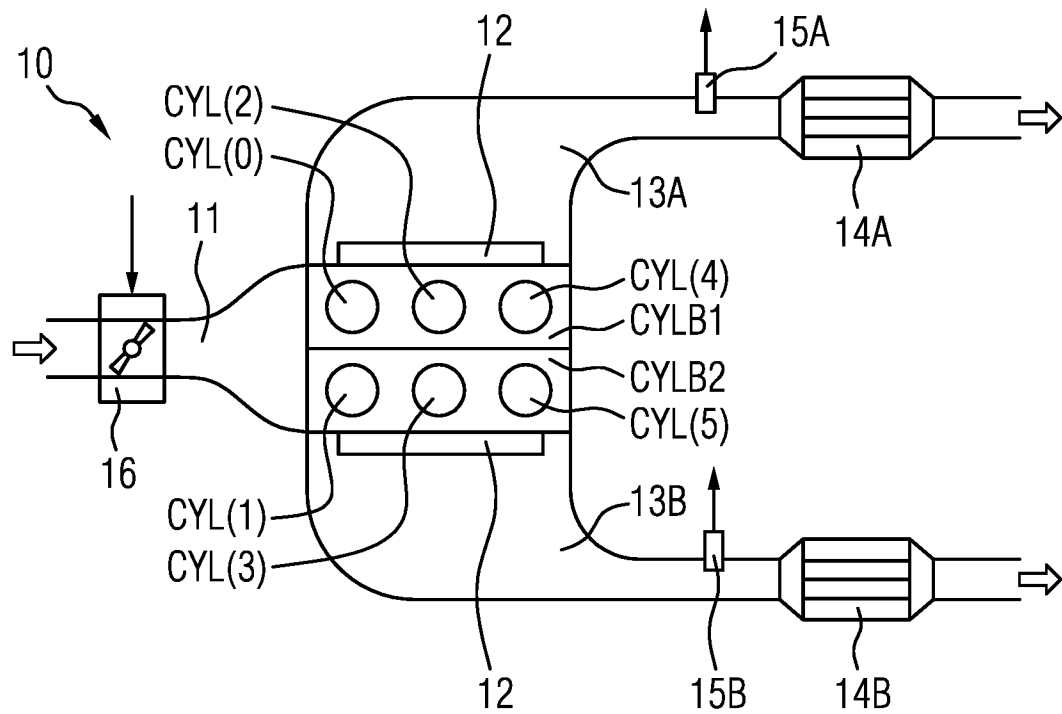


FIG 2

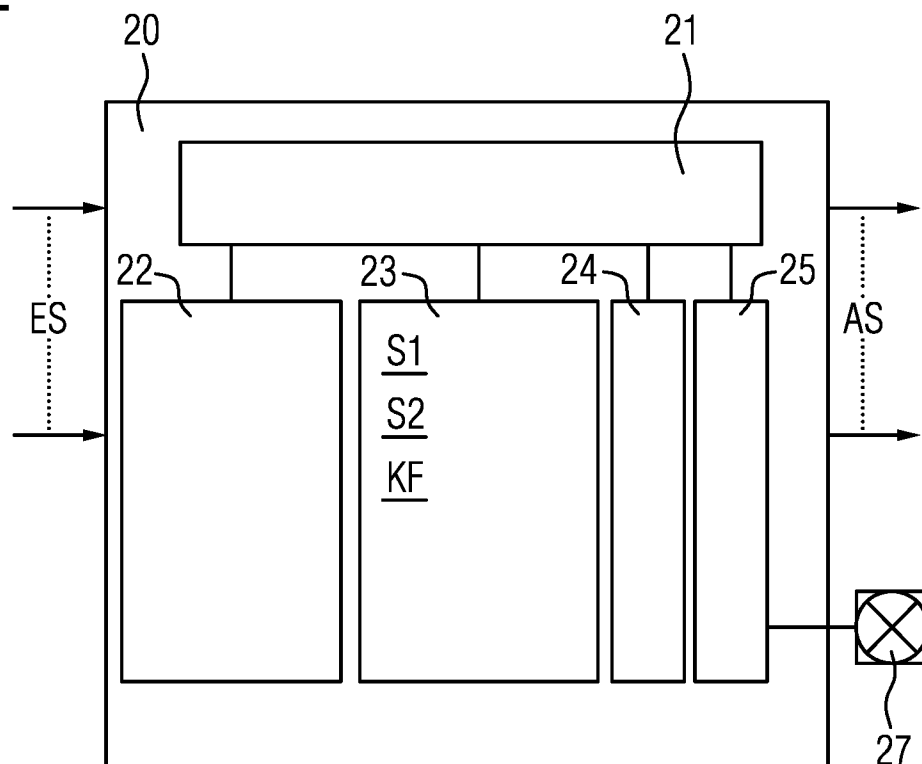


FIG 3

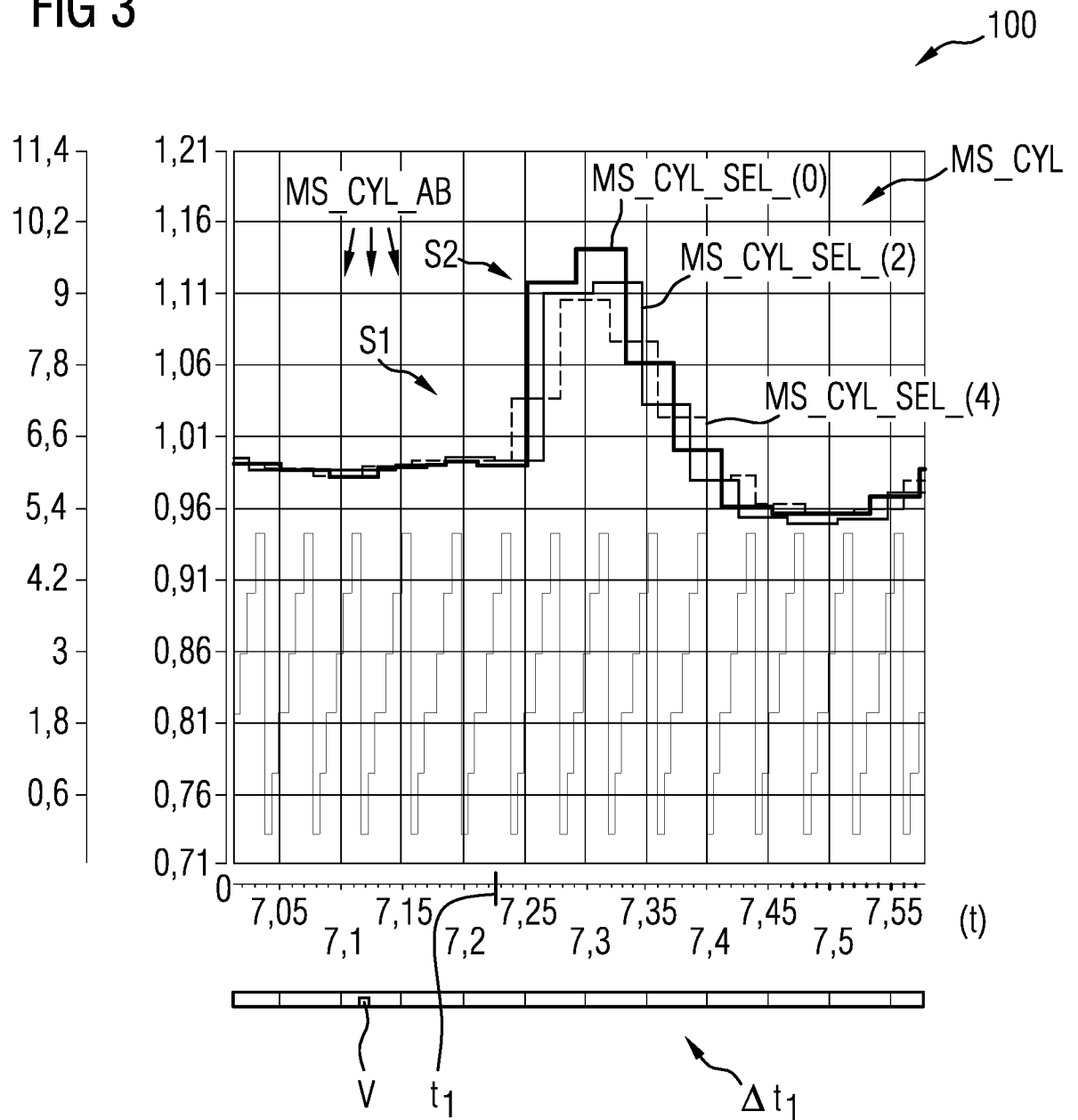


FIG 4

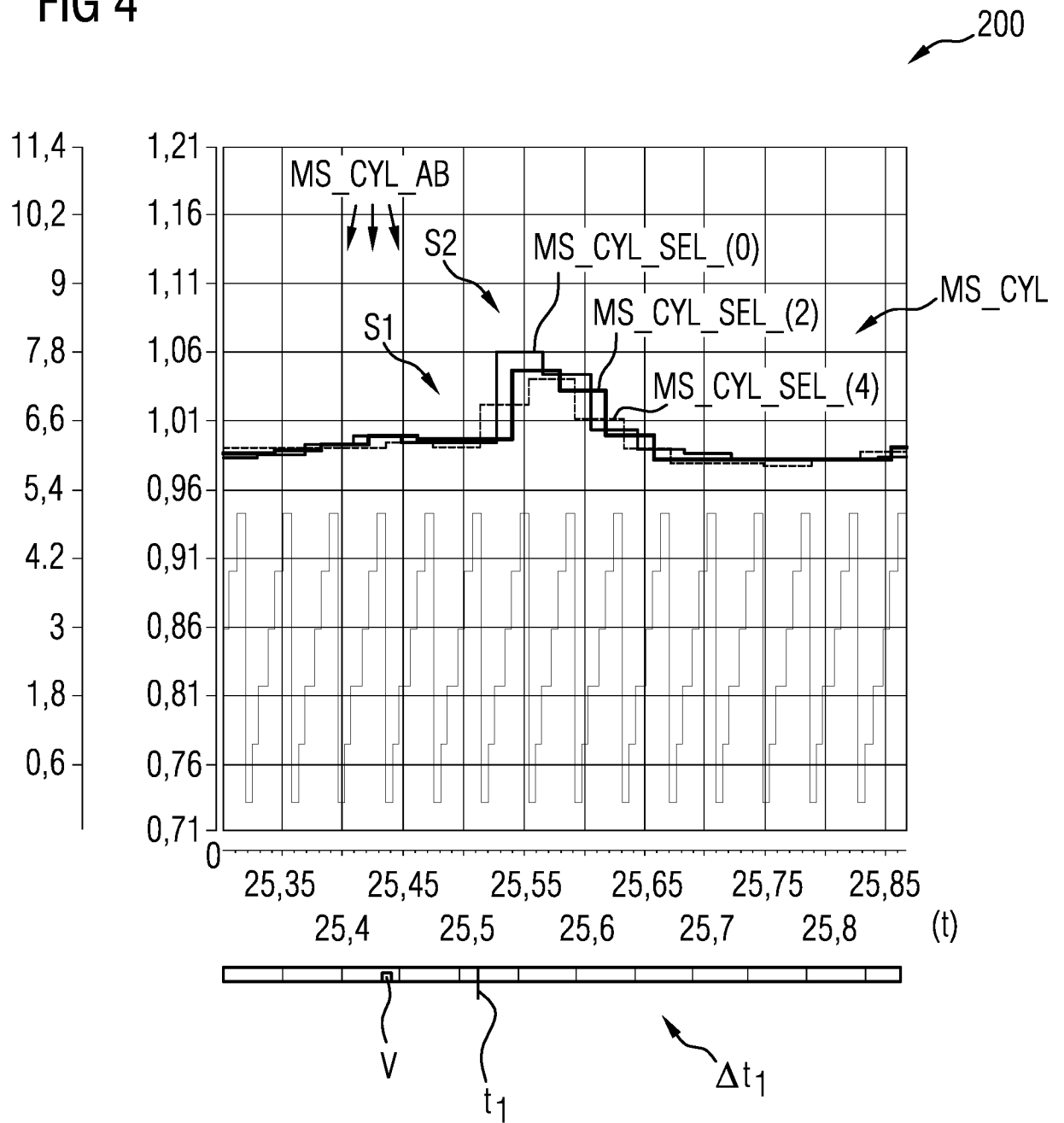
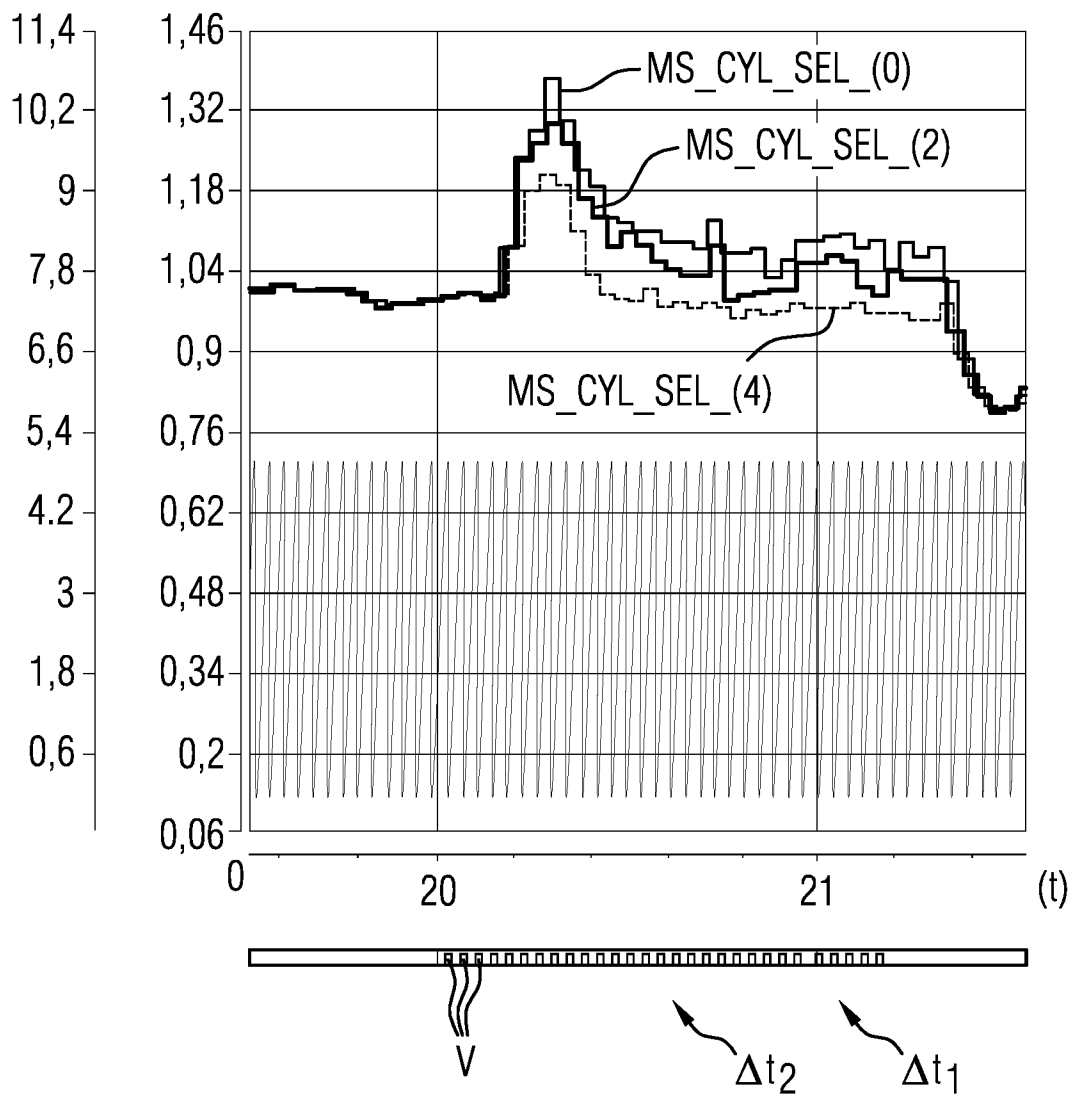


FIG 5

300



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/052038

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01M 15/10**(2006.01)i; **F02D 41/00**(2006.01)i; **G01M 15/11**(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)

G01M; F02D

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.
Y	DE 102013014674 A1 (MAN DIESEL & TURBO SE [DE]) 05 March 2015 (2015-03-05) paragraphs [0010], [0011], [0013], [0034], [0037], [0038]; claims 1,3,5,10	1-10
Y	EP 1039287 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 27 September 2000 (2000-09-27) paragraphs [0008], [0012], [0014], [0016], [0018], [0019], [0024], [0025], [0026], [0030]; claims 1,2,3	1-10

☐ 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

28 April 2020

Date of mailing of the international search report

08 May 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

Cilissen, Marcel

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/052038

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102013014674	A1	05 March 2015	CN	105683543	A	15 June 2016
				DE	102013014674	A1	05 March 2015
				EP	3042062	A1	13 July 2016
				JP	2016529443	A	23 September 2016
				KR	20160052671	A	12 May 2016
				US	2016273463	A1	22 September 2016
				WO	2015032487	A1	12 March 2015
EP	1039287	A1	27 September 2000	DE	19913746	A1	28 September 2000
				EP	1039287	A1	27 September 2000
				ES	2282064	T3	16 October 2007
				US	6338326	B1	15 January 2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01M15/10 F02D41/00 G01M15/11 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01M F02D		
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.
Y	DE 10 2013 014674 A1 (MAN DIESEL & TURBO SE [DE]) 5. März 2015 (2015-03-05) Absätze [0010], [0011], [0013], [0034], [0037], [0038]; Ansprüche 1,3,5,10 -----	1-10
Y	EP 1 039 287 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 27. September 2000 (2000-09-27) Absätze [0008], [0012], [0014], [0016], [0018], [0019], [0024], [0025], [0026], [0030]; Ansprüche 1,2,3 -----	1-10
☐ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. April 2020		08/05/2020
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 Cilissen, Marcel

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/052038

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013014674 A1	05-03-2015	CN 105683543 A	15-06-2016
		DE 102013014674 A1	05-03-2015
		EP 3042062 A1	13-07-2016
		JP 2016529443 A	23-09-2016
		KR 20160052671 A	12-05-2016
		US 2016273463 A1	22-09-2016
		WO 2015032487 A1	12-03-2015

EP 1039287 A1	27-09-2000	DE 19913746 A1	28-09-2000
		EP 1039287 A1	27-09-2000
		ES 2282064 T3	16-10-2007
		US 6338326 B1	15-01-2002
