

(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
24. August 2017 (24.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/140838 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/24 (2006.01) *F02D 41/00* (2006.01)
F02D 41/40 (2006.01) *G01M 15/10* (2006.01)

(74) Anwalt: **PUCHBERGER & PARTNER**
PATENTANWÄLTE; Reichsratsstraße 13, 1010 Wien
(AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/053606

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Februar 2017 (17.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 50102/2016 17. Februar 2016 (17.02.2016) AT

(71) Anmelder: **AVL LIST GMBH** [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: **BRIER, Bernd**; Wienerstraße 66-72/17/6, 2345
Brunn am Gebirge (AT). **DECKER, Marko**; Dorfstraße
18, 7563 Königsdorf (AT).

(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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR REDUCING THE FLUCTUATION RANGE OF THE EXHAUST GAS EMISSION VALUE OF
STRUCTURALLY IDENTICAL ENGINE ASSEMBLIES OF A PRODUCTION SERIES

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR VERRINGERUNG DER SCHWANKUNGSBREITE DER ABGASEMISSIONSWERTE
BAUGLEICHER MOTORANORDNUNGEN EINER PRODUKTIONSSERIE

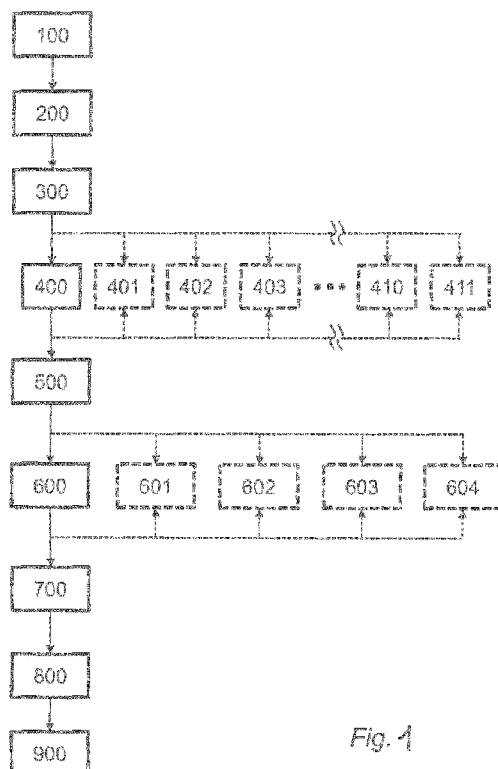


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to method for reducing the fluctuation range of the exhaust gas emission value of multiple structurally identical engine assemblies of a production series with a combustion engine and an exhaust gas post-treatment system, comprising the following steps: producing multiple structurally identical combustion engines (100); moving the engine controllers thereof into a calibration operating mode (200); operating the combustion engines in the calibration operating mode (300); receiving at least one exhaust gas status variable at a point along the exhaust gas flow after the respective combustion engine (400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411); comparing the actual value of each received exhaust gas status variable with a target value or target value range determined for this production series (500); adapting at least one adjustment variable of the respective combustion engine, such that the actual value of the received exhaust gas status variable corresponds to the target value of the related exhaust gas status variable or lies within the target value range of the related exhaust gas variable (600, 601, 602, 603, 604), or maintaining the adjustment variable of the respective combustion engine if the actual value already corresponds to the target value or already lies within the target value range; deactivating the calibration operating mode (700); moving the engine controllers into a normal operating mode (800); operating the combustion engines as intended in the normal operating mode (900).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/140838 A1



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)

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent
zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verringerung der Schwankungsbreite der Abgasemissionswerte mehrerer baugleicher Motoranordnungen einer Produktionsserie mit einem Verbrennungsmotor und eine Abgasnachbehandlungsanlage, umfassend folgende Schritte: - Herstellen mehrerer baugleicher Verbrennungsmotoren (100), - Versetzen ihrer Motorsteuerungen in einen Kalibrierbetriebsmodus (200), - Betreiben der Verbrennungsmotoren im Kalibrierbetriebsmodus (300), - Aufnehmen von mindestens einer Abgaszustandsgröße an einer Stelle entlang des Abgasstroms nach dem jeweiligen Verbrennungsmotor (400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411), - Vergleichen des Ist-Wertes der jeweils aufgenommenen Abgaszustandsgröße mit einem für diese Produktionsserie festgelegten Soll-Wert oder Soll-Wertebereich (500), - Anpassen mindestens einer Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, sodass der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt (600, 601, 602, 603, 604), oder Beibehalten der Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, wenn der Ist-Wert bereits dem Soll-Wert entspricht oder bereits im Soll-Wertebereich liegt, - Deaktivieren des Kalibrierbetriebsmodus (700), - Versetzen der Motorsteuerungen in einen Normalbetriebsmodus (800), - bestimmungsgemäßes Betreiben der Verbrennungsmotoren im Normalbetriebsmodus (900).

Verfahren zur Verringerung der Schwankungsbreite der Abgasemissionswerte baugleicher Motoranordnungen einer Produktionsserie

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verringerung der Schwankungsbreite der Abgasemissionswerte baugleicher Motoranordnungen einer Produktionsserie gemäß den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs.

Um die immer strenger werdenden Abgasvorschriften für Verbrennungsmotoren erfüllen zu können, sind Motoranordnungen und Verfahren bekannt, bei denen das Abgas eines Verbrennungsmotors in einer Abgasnachbehandlungsanlage nachbehandelt wird. Nachteilig an diesen bekannten Vorrichtungen und Verfahren ist, dass aufgrund von Fertigungstoleranzen bei der Herstellung, selbst baugleiche Motoranordnungen im bestimmungsgemäßen Betrieb unterschiedliche Emissionswerte aufweisen.

Überraschenderweise wurde festgestellt, dass die Schwankungen der Abgasemissionswerte insbesondere auf Fertigungsunterschiede am Verbrennungsmotor und an dessen gegebenenfalls vorgesehenen Turbolader zurückzuführen sind. So verliert eine auf einen Referenzmotor abgestimmte Abgasnachbehandlungsanlage ihre optimale Wirkung, wenn der Motor aufgrund der Fertigungstoleranzen nicht dem Referenzmotor entspricht.

Gemäß Stand der Technik wurde bisher versucht, über Qualitätssicherungsmaßnahmen die Fertigungsgenauigkeit bei der Herstellung der Motoren zu verbessern. Jedoch ist die Verringerung der Fertigungstoleranzen unter Berücksichtigung der Fertigungskosten eingeschränkt.

Gemäß Stand der Technik ist es auch bekannt, bei der Motorenherstellung stichprobenartig die Funktionalität und die Emissionen einzelner Motoranordnungen zu überprüfen. Durch diese Einzeltests, bei denen beispielsweise jeder hundertste Motor überprüft wird, kann jedoch nicht die Schwankungsbreite der Abgasemissionswerte jedes einzelnen Motors verbessert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, ein Verfahren zu schaffen, durch das die Schwankungsbreite der Abgasemissionswerte baugleicher Motoranordnungen einer Produktionsserie verringert werden kann.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird insbesondere durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs gelöst.

Die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zur Verringerung der Schwankungsbreite der Abgasemissionswerte mehrerer baugleicher Motoranordnungen einer Produktionsserie und insbesondere ein Verfahren zur Reduktion der Emissionsvarianzen innerhalb einer Produktionsserie, wobei die Motoranordnungen jeweils einen Verbrennungsmotor und eine Abgasnachbehandlungsanlage aufweisen.

Gegebenenfalls sind folgende Verfahrensschritte vorgesehen:

- Herstellen mehrerer baugleicher Verbrennungsmotoren und
- Versetzen der Motorsteuerungen der Verbrennungsmotoren in einen Kalibrierbetriebsmodus.

Bevorzugt sind zur Kalibrierung folgende Verfahrensschritte vorgesehen:

- Betreiben der Verbrennungsmotoren im Kalibrierbetriebsmodus,
 - Aufnehmen von mindestens einer Abgaszustandsgröße an einer Stelle entlang des Abgasstroms nach dem jeweiligen Verbrennungsmotor und/oder zwischen dem jeweiligen Verbrennungsmotor und der zugehörigen Abgasnachbehandlungsanlage und/oder insbesondere nach einem gegebenenfalls vorgesehenen Turbolader des Verbrennungsmotors,
 - gegebenenfalls Vergleichen des Ist-Wertes der jeweils aufgenommenen Abgaszustandsgröße mit einem für diese Produktionsserie festgelegten Soll-Wert oder Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße,
 - Anpassen mindestens einer Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, sodass der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt,
- oder Beibehalten der Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, wenn der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße bereits dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder bereits im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt.

Unter Anpassen bzw. Beibehalten der Einstellgröße ist hier zu verstehen, dass die entsprechende bzw. entsprechenden Einstellgrößen in den Motorsteuerungen der Verbrennungsmotoren hinterlegt werden, um im Normalbetriebsmodus zur Anwendung zu kommen, bzw. erfolgt dieses Hinterlegen in einem zusätzlichen Verfahrensschritt.

Gegebenenfalls sind auch folgende Verfahrensschritte vorgesehen:

- Deaktivieren des Kalibrierbetriebsmodus,
- Versetzen der Motorsteuerungen der Verbrennungsmotoren in einen Normalbetriebsmodus,
- bestimmungsgemäßes Betreiben der Verbrennungsmotoren im Normalbetriebsmodus.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Kalibrierbetriebsmodus vom Normalbetriebsmodus abweicht.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass im Kalibrierbetriebsmodus zumindest eine Einstellgröße der Verbrennungsmotoren veränderbar ist, die im Normalbetriebsmodus unveränderbar oder gesperrt ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Verbrennungsmotoren beim Aufnehmen mindestens einer Abgaszustandsgröße im Kalibrierbetriebsmodus selbsttätig oder extern vorgegeben in einem bestimmten Lastzustand betrieben werden, dass dabei mindestens ein Ist-Wert der Abgaszustandsgröße aufgenommen und mit einem für diese Produktionsserie und für diesen Lastzustand festgelegten Soll-Wert oder Soll-Wertebereich der Abgaszustandsgröße verglichen wird, und/oder dass - wenn notwendig - mindestens eine Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors angepasst wird, sodass der aufgenommene Ist-Werte der Abgaszustandsgröße dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Verbrennungsmotoren beim Aufnehmen der Abgaszustandsgrößen im Kalibrierbetriebsmodus selbsttätig oder extern vorgegeben in mehreren bestimmten Lastpunkten oder in einem gewissen Lastverlauf betrieben werden, dass dabei mehrere Ist-Werte der mindestens einen Abgaszustandsgröße aufgenommen und mit für diese Produktionsserie und für diese Lastpunkte oder für

diesen Lastverlauf festgelegten Soll-Werten oder Soll-Wertebereichen der Abgaszustandsgröße verglichen werden und dass - wenn notwendig - mindestens eine Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors angepasst wird, sodass die aufgenommenen Ist-Werte der Abgaszustandsgrößen den Soll-Werten der betreffenden Abgaszustandsgröße entsprechen oder in den Soll-Wertebereichen der betreffenden Abgaszustandsgröße liegen.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Anpassen einer Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors durch Modifikation mindestens eines Parameters der Motorsteuerung oder durch mechanische Veränderung oder Verstellung eines Motorbauteils erfolgt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass durch Anpassen der zumindest einen Einstellgröße eine Änderung des Verhaltens zumindest eines Motoraktuators bewirkt wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Einstellgröße ein Korrekturfaktor und/oder ein Korrekturoffset in der Steuerung der Klappenstellung der Ansaugdrossel oder der Abgasgegendruckklappe ist, und/oder dass die Einstellgröße ein Korrekturfaktor und/oder ein Korrekturoffset in der in der Steuerung der der EGR-Klappen ist, und/oder dass die Einstellgröße ein Korrekturfaktor und/oder ein Korrekturoffset in der Steuerung der Lage des Einspritzbeginns ist, und/oder dass die Einstellgröße ein Korrekturfaktor und/oder ein Korrekturoffset in der Steuerung eines Turboladers, insbesondere in der Steuerung des Waste-Gate-Ventils und/oder in der Steuerung einer variablen Turbinengeometrie eines Turboladers ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die im Kalibrierbetriebsmodus aufgenommene(n) Abgaszustandsgröße(n) die Abgastemperatur, ein die Abgaszusammensetzung betreffender Wert, die Gaskonzentration eines bestimmten Abgasbestandteils, der Lambda-Wert, der NO_x-Gehalt des Abgases, der CO-Gehalt des Abgases, der HC-Gehalt des Abgases, der CO₂-Gehalt des Abgases, der O₂-Gehalt des Abgases, der NH₃-Gehalt des Abgases, der Abgasdruck und/oder der Abgasmassenstrom ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zum Aufnehmen der mindestens einen Abgaszustandsgröße motoreigene Sensoren und/oder externe Sensoren verwendet werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Kalibrierbetriebsmodus durch ein externes Signal aktiviert wird, und/oder dass der Kalibrierbetriebsmodus durch ein externes Signal aktiviert und deaktiviert wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Soll-Wert der Abgaszustandsgröße durch Aufnehmen eines diesem Wert entsprechenden Werts eines Referenzmotors ermittelt wird, oder dass der Soll-Wertebereich der Abgaszustandsgröße durch Aufnehmen eines diesem Wertebereich entsprechenden Wertebereichs eines Referenzmotors ermittelt wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass nach dem erstmaligen Betrieb des Verbrennungsmotors im Kalibrierbetriebsmodus und dem anschließenden bestimmungsgemäßen Betrieb des Verbrennungsmotors im Normalbetriebsmodus der Verbrennungsmotor ein weiteres Mal im Kalibrierbetriebsmodus betrieben wird, um kalibriert zu werden und insbesondere um folgende Schritte auszuführen:

- Aufnehmen von mindestens einer Abgaszustandsgröße an einer Stelle entlang des Abgasstroms nach dem jeweiligen Verbrennungsmotor oder zwischen dem jeweiligen Verbrennungsmotor und der zugehörigen Abgasnachbehandlungsanlage,
- Vergleichen des Ist-Wertes der jeweils aufgenommenen Abgaszustandsgröße mit einem für diese Produktionsserie festgelegten Soll-Wert oder Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße,
- Anpassen mindestens einer Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, sodass der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt, oder Beibehalten der Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, wenn der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße bereits dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder bereits im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt,
- Deaktivieren des Kalibrierbetriebsmodus,
- Versetzen der Motorsteuerungen der Verbrennungsmotoren in einen Normalbetriebsmodus,
- bestimmungsgemäßes Betreiben der Verbrennungsmotoren im Normalbetriebsmodus.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Verbrennungsmotor direkt nach der Produktion und/oder während der Einlaufphase und/oder nach der Einlaufphase in den Kalibrierbetriebsmodus versetzt wird, um kalibriert zu werden und insbesondere um folgende Schritte durchzuführen:

Aufnehmen von mindestens einer Abgaszustandsgröße an einer Stelle entlang des Abgasstroms nach dem jeweiligen Verbrennungsmotor oder zwischen dem jeweiligen Verbrennungsmotor und der zugehörigen Abgasnachbehandlungsanlage,

- Vergleichen des Ist-Wertes der jeweils aufgenommenen Abgaszustandsgröße mit einem für diese Produktionsserie festgelegten Soll-Wert oder Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße,

- Anpassen mindestens einer Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, sodass der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt,

oder Beibehalten der Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, wenn der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße bereits dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder bereits im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt,

- Deaktivieren des Kalibrierbetriebsmodus,

- Versetzen der Motorsteuerungen der Verbrennungsmotoren in einen Normalbetriebsmodus,

- bestimmungsgemäßes Betreiben der Verbrennungsmotoren im Normalbetriebsmodus.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Verfahren zur Verringerung der Schwankungsbreite der Abgasemissionswerte bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der Motoranordnungen eingerichtet ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Verfahren an allen Motoranordnungen oder an allen Verbrennungsmotoren der Produktionsserie ausgeführt wird.

Das vorliegende Verfahren ist insbesondere dazu geeignet und/oder eingerichtet, mindestens eine Abgaszustandsgröße des Verbrennungsmotors in einem Kalibrierbetriebsmodus derart zu kalibrieren, dass sie einem für diese Produktionsserie bestimmten Soll-Wert entspricht oder in einem für diese Produktionsserie bestimmten

Soll-Wertebereich liegt. Die Soll-Werte oder Soll-Wertebereiche der Abgaszustandsgrößen werden bevorzugt an einem Referenzmotor ermittelt, bei dem dieselben Lastzustände und insbesondere dieselben Messorte und gegebenenfalls Messmethoden verwendet werden, wie bei der Kalibrierung und wie bei dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Durch die Kalibrierung des Ist-Werts der Abgaszustandsgröße auf einen Soll-Wert oder Soll-Wertebereich der Abgaszustandsgröße können die Verbrennungsmotoren der Produktionsserie trotz der fertigungstechnischen Unterschiede optimal auf die Abgasnachbehandlungsanlage abgestimmt werden. Nach dieser Kalibrierung wird der Kalibrierbetriebsmodus deaktiviert und der Normalbetriebsmodus aktiviert. Der Normalbetriebsmodus entspricht insbesondere jenem Betriebsmodus, der beim bestimmungsgemäßen Betrieb des Verbrennungsmotors Verwendung findet. Der bestimmungsgemäße Betrieb des Verbrennungsmotors bzw. der Motoranordnung ist beispielsweise der Normalbetrieb eines PKW, eines LKW oder einer anderen durch einen Verbrennungsmotor angetriebenen Vorrichtung.

Bevorzugt weicht der Kalibrierbetriebsmodus vom Normalbetriebsmodus ab. Beispielsweise sind im Normalbetriebsmodus Einstellgrößen wie Parameter oder Kennfelder des Motors festgelegt. Im Kalibrierbetriebsmodus hingegen können diese festgelegten Einstellgrößen gegebenenfalls verändert werden.

Das Aufnehmen der Abgaszustandsgröße erfolgt bevorzugt bei einem bestimmten Lastzustand bzw. in einem Lastpunkt oder in mehreren Lastpunkten oder bei einem gewissen Lastverlauf. Für die jeweils verwendeten Lastzustände sind bevorzugt Soll-Werte oder Soll-Wertebereiche der Abgaszustandsgröße hinterlegt, sodass eine Kalibrierung erfolgen kann.

Die Kalibrierung des Motors kann beispielsweise direkt nach der Produktion erfolgen. Insbesondere kann die Kalibrierung nach dem Einbau des Verbrennungsmotors im Fahrzeug und/oder vor dem Einbau des Verbrennungsmotors im Fahrzeug erfolgen. Zur Kalibrierung kann der Verbrennungsmotor mit einer Abgasnachbehandlungsanlage verbunden sein oder werden. Diese Abgasnachbehandlungsanlage kann dabei bereits im Fahrzeug verbaut sein oder eigens für die Kalibrierung außerhalb des Fahrzeugs mit dem Verbrennungsmotor verbunden werden. Gegebenenfalls ist zur Kalibrierung nur

ein Teil der Abgasnachbehandlungsanlage, beispielsweise eine motornahe Komponente der Abgasnachbehandlungsanlage, mit dem Verbrennungsmotor verbunden. Gegebenenfalls wird ein Teil oder die gesamte Abgasnachbehandlungsanlage bei der Kalibrierung durch eine Drossel ersetzt oder simuliert. Auch ein gegebenenfalls im Fahrzeug vorgesehener Schalldämpfer oder Endtopf kann zur Kalibrierung des Verbrennungsmotors außerhalb des Fahrzeugs durch eine Drossel ersetzt werden.

Bei aktuellen Motoranordnungen befinden sich Teile der Abgasnachbehandlungsanlage gegebenenfalls in einem motornahen Bereich, um ein schnelleres Aufheizen zu ermöglichen. Bei derartigen Anordnungen werden Teile der Abgasnachbehandlungsanlage meist bereits direkt am Motor verbaut, bevor die Anordnung im Fahrzeug eingebaut wird. Insbesondere in diesem Fall kann die Kalibrierung bzw. die Messung der Abgaszustandsgröße zwischen dem Motor und diesem Teil der Abgasnachbehandlungsanlage direkt nach der Produktion und vor dem Einbau in das Fahrzeug durchgeführt werden. Zur Anpassung des Abgasgegendrucks, insbesondere zum Ausgleich der fehlenden Komponenten der Abgasnachbehandlungsanlage, wie beispielsweise weitere Katalysatoren oder auch Schalldämpfer, kann entlang des Abgasstroms eine Drossel angeordnet werden, um den Abgasgegendruck auf jenen Abgasgegendruck anzuheben, der beim realen Betrieb bzw. mit vollständig ausgeführter Abgasnachbehandlungsanlage auftritt. Alternativ kann die Messung der Abgaszustandsgröße und/oder die Kalibrierung mit einer Referenz-Abgasnachbehandlungsanlage außerhalb des Fahrzeugs durchgeführt werden. Alternativ dazu kann die Messung der Abgaszustandsgröße und/oder die Kalibrierung auch bei im Fahrzeug verbautem Motor mit angeschlossener, ebenfalls im Fahrzeug verbauter Abgasnachbehandlungsanlage durchgeführt werden.

Wird die Kalibrierung im Fahrzeug selbst durchgeführt, so kann der Motor im Kalibriermodus beispielsweise im Leerlauf, auf einem Rollenprüfstand oder bei der Fahrt und gegebenenfalls mit (teil-)aktivierten Bremsen durchgeführt werden.

Gegebenenfalls kann die Kalibrierung auch nach einer Einlaufphase des Motors erfolgen. Gegebenenfalls kann die Kalibrierung des Motors öfters erfolgen, beispielsweise in einem gewissen Intervall.

Zur Kalibrierung wird bevorzugt mindestens eine Einstellgröße des Verbrennungsmotors derart angepasst, dass der Ist-Wert der aufgenommenen Abstandszustandsgröße dem Soll-Wert oder dem Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht. Dieses Anpassen einer Einstellgröße wird bevorzugt nur dann vorgenommen, wenn der Ist-Wert der Abgaszustandsgröße nicht dem Soll-Wert oder dem Soll-Werte Bereich entspricht. Die Einstellgröße kann beispielsweise ein Korrekturfaktor und/oder ein Korrekturoffset und/oder die Anpassung eines Kennfeldes beziehungsweise einer Kennkurve sein. Exemplarisch kann beispielsweise die Drosselklappenstellung eines Verbrennungsmotors mechanisch um einen gewissen Winkel verändert werden, sodass bei der normalen Motorsteuerung beziehungsweise Motorregelung im Normalbetrieb ein Korrekturoffset gegeben ist. Alternativ oder zusätzlich kann die Einstellgröße auch durch Veränderung eines Parameters der Motorsteuerung erfolgen. Grundsätzlich kommen für das erfindungsgemäße Verfahren alle Einstellgrößen in Betracht, die zur Anpassung der verwendeten Abgaszustandsgröße(n) geeignet sind.

Zur Verbesserung der Klarheit werden in weiterer Folge einige Begriffe definiert. Als Motorsteuerung im Sinne der Erfindung wird eine Anordnung und insbesondere eine Elektronik bezeichnet, die die Überwachung, Regelung und/oder Steuerung von Motorfunktionen übernimmt. Als Normalbetriebsmodus wird insbesondere ein Modus der Motorsteuerung bezeichnet, der beim Normalbetrieb und insbesondere beim bestimmungsgemäßen Betrieb des Motors Verwendung findet. Insbesondere sind in diesem Normalbetriebsmodus einige oder alle Einstellgrößen festgelegt. Als Kalibrierbetriebsmodus wird ein Modus und insbesondere ein Modus der Motorsteuerung bezeichnet, in dem die erfindungsgemäße Kalibrierung durchgeführt werden kann. In diesem Modus können bevorzugt Einstellgrößen verändert werden, die im Normalbetriebsmodus nicht veränderbar sind. Als Betreiben des Verbrennungsmotors wird bevorzugt in allen Ausführungsformen ein Betrieb bezeichnet, bei dem eine Verbrennung eines Brennstoffs in den Brennkammern oder in der Brennkammer des Motors geschieht, die der Verbrennung im Normalbetrieb gleicht oder zumindest ähnlich ist. Der Vergleich zwischen Ist-Wert und Soll-Werte(bereich) der Abgaszustandsgröße(n) kann in allen Ausführungsformen beispielsweise durch Bildung einer Differenz oder eines Quotienten, insbesondere in einer Steuerungs- und/oder Regelungseinheit erfolgen.

In allen Ausführungsformen bewirkt die Anpassung der zumindest einen Einstellgröße bevorzugt eine Änderung des Verhaltens zumindest eines Motoraktuators. Dieser Motoraktor kann beispielsweise eine Ansaugdrossel, eine Abgasgegendruckklappe, eine EGR-Klappe, die Steuerung des Zündzeitpunktes, ein Steller des Turboladers wie beispielsweise ein Waste-Gate-Ventil oder eine variable Turbinengeometrie, eine Einspritzpumpe, eine Drosselklappe oder ein Ventil sein.

In weiterer Folge wird die Erfindung anhand von exemplarischen, nicht einschränkenden Ausführungsformen, die in der beiliegenden Figur dargestellt sind, weiter beschrieben:

Gemäß einer ersten Ausführungsform umfasst das Verfahren folgende Schritte:

- 100: Herstellen mehrerer baugleicher Verbrennungsmotoren,
- 200: Versetzen der Motorsteuerungen der Verbrennungsmotoren in einen Kalibrierbetriebsmodus,
- 300: Betreiben der Verbrennungsmotoren im Kalibrierbetriebsmodus,
- 400: Aufnehmen, insbesondere Messen der Abgastemperatur an einer Stelle entlang des Abgasstroms nach dem Verbrennungsmotor, bevorzugt zwischen dem Verbrennungsmotor und der zugehörigen Abgasnachbehandlungsanlage und gegebenenfalls nach dem Turbolader des Verbrennungsmotors,
- 500: gegebenenfalls Vergleichen des Ist-Wertes der Abgastemperatur mit einem für diese Produktionsserie festgelegten Soll-Wertebereich der Abgastemperatur,
- 600: Anpassen der Drosselklappenstellung, sodass der Ist-Wert der Abgastemperatur im Soll-Wertebereich der Abgastemperatur liegt,
- 700: Deaktivieren des Kalibrierbetriebsmodus,
- 800: Versetzen der Motorsteuerung der Verbrennungsmotoren in einen Normalbetriebsmodus,
- 900: bestimmungsgemäßes Betreiben der Verbrennungsmotoren im Normalbetriebsmodus.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Kalibrierung kann nach dem Einbau des Verbrennungsmotors in ein Fahrzeug und/oder vor dem Einbau des Verbrennungsmotors in ein Fahrzeug erfolgen. Falls das Verfahren außerhalb eines Fahrzeugs vorgenommen wird kann nach einem der oben genannten Schritte 600, 700,

800 oder 900 ein Schritt des Einbauens des Verbrennungsmotors in ein Fahrzeug vorgenommen werden, wobei dann die nachfolgenden Schritte in diesem Verbauungszustand vorgenommen werden.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung kann bei dem Verfahren der ersten Ausführungsform der Erfindung im Schritt 600 statt der Drosselklappenstellung:

- 601: die Steuerung der Abgasrückführungsklappen (EGR-Klappen),
- 602: die Steuerung des Einspritzzeitpunkts,
- 603: die Steuerung eines variablen Turboladers bzw. dessen Waste-Gate-Ventils oder beispielsweise auch
- 604: die Steuerung der Abgasgegendruckklappe

angepasst werden, sodass der aufgenommene Ist-Wert der Abgastemperatur im Soll-Wertebereich der Abgastemperatur liegt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann bei einem Verfahren gemäß der ersten und/oder gemäß der zweiten Ausführungsform statt der Messung der Abgastemperatur als Abgaszustandsgröße im Schritt 400:

- 401: ein die Abgaszusammensetzung betreffender Wert,
- 402: die Gaskonzentration eines bestimmten Abgasbestandteils,
- 403: der Lambda-Wert,
- 404: der NO_x-Gehalt des Abgases,
- 405: der CO-Gehalt des Abgases,
- 406: der HC-Gehalt des Abgases,
- 407: der CO₂-Gehalt des Abgases,
- 408: der O₂-Gehalt des Abgases,
- 409: der NH₃-Gehalt des Abgases,
- 410: der Abgasdruck und/oder
- 411: der Abgasmassenstrom

verwendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden zur Kalibrierung die Verbrennungsmotoren und deren Motorsteuerungen in einen Kalibriermodus versetzt. In weiterer Folge werden die Verbrennungsmotoren in dem Kalibriermodus betrieben.

Beim Betreiben der Verbrennungsmotoren im Kalibriermodus wird die Abgastemperatur an einer Stelle entlang des Abgasstroms nach dem jeweiligen Verbrennungsmotor, insbesondere zwischen dem jeweiligen Verbrennungsmotor und einer angeschlossenen Abgasnachbehandlungsanlage aufgenommen, wobei die Abgasnachbehandlungsanlage oder ein Teil der Abgasnachbehandlungsanlage gegebenenfalls durch eine Drossel ersetzt ist.

Im Kalibriermodus werden Betriebspunkte stationär angefahren, wobei die Drosselklappenstellung gemäß Fabrikvorgabe eingestellt ist. Dabei wird die Abgastemperatur gemessen oder aufgenommen. Je nach Abweichung des Ist-Wertes der Abgastemperatur vom Soll-Wert oder Soll-Wertebereich der Abgastemperatur für diesen Lastpunkt, kann die Drosselklappenstellung angepasst werden. Möglich ist einerseits eine kontinuierliche Nachstellung mit gleichzeitiger Temperaturmessung oder gemäß einer alternativen Ausführungsform ein gezieltes Verstellen aufgrund vorbekannter Zusammenhänge zwischen Temperatur und Drosselklappenstellung. Der sich daraus ergebende Offset oder Korrekturfaktor, insbesondere die Gerade, um die die Drosselklappe verstellt bzw. angepasst wird, kann dann in der Motorsteuerung hinterlegt werden, um im Normalbetrieb wirksam zu sein. Dadurch wird mindestens eine Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors derart angepasst, dass der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt. Zur Erhöhung der Abgastemperatur kann beispielsweise die Drosselklappe um ein gewisses Maß weiter geschlossen werden. Diese Veränderung kann als konstantes Offset über das gesamte Drosselklappenkennfeld eingestellt werden. Gegebenenfalls kann dieses Offset auch von der Drosselklappenstellung selbst abhängig sein und insbesondere über den Verlauf der Drosselklappenstellung variieren. Um die Abgastemperatur zu verringern, kann die Drosselklappenstellung in gleicher Weise um einen bestimmten Wert weiter geöffnet werden. Diese Anpassungen verändern somit eine Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors für eine gewisse Last bzw. für einen gewissen Lastverlauf.

Sollte der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße bei der Messung bereits dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entsprechen oder im

Sollwertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegen, so kann das Anpassen einer Einstellgröße gegebenenfalls entfallen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verringerung der Schwankungsbreite der Abgasemissionswerte mehrerer baugleicher Motoranordnungen einer Produktionsserie, wobei die Motoranordnungen jeweils einen Verbrennungsmotor und eine Abgasnachbehandlungsanlage aufweisen, umfassend folgende Schritte:
 - Herstellen mehrerer baugleicher Verbrennungsmotoren (100),
 - Versetzen der Motorsteuerungen der Verbrennungsmotoren in einen Kalibrierbetriebsmodus (200),
 - Betreiben der Verbrennungsmotoren im Kalibrierbetriebsmodus (300),
 - Aufnehmen von mindestens einer Abgaszustandsgröße an einer Stelle entlang des Abgasstroms nach dem jeweiligen Verbrennungsmotor oder zwischen dem jeweiligen Verbrennungsmotor und der zugehörigen Abgasnachbehandlungsanlage und insbesondere nach einem gegebenenfalls vorgesehenen Turbolader des Verbrennungsmotors (400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411),
 - Vergleichen des Ist-Wertes der jeweils aufgenommenen Abgaszustandsgröße mit einem für diese Produktionsserie festgelegten Soll-Wert oder Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße (500),
 - Anpassen mindestens einer Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, sodass der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt (600, 601, 602, 603, 604), oder Beibehalten der Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, wenn der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße bereits dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder bereits im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt,
 - Deaktivieren des Kalibrierbetriebsmodus (700),
 - Versetzen der Motorsteuerungen der Verbrennungsmotoren in einen Normalbetriebsmodus (800),
 - bestimmungsgemäßes Betreiben der Verbrennungsmotoren im Normalbetriebsmodus (900).

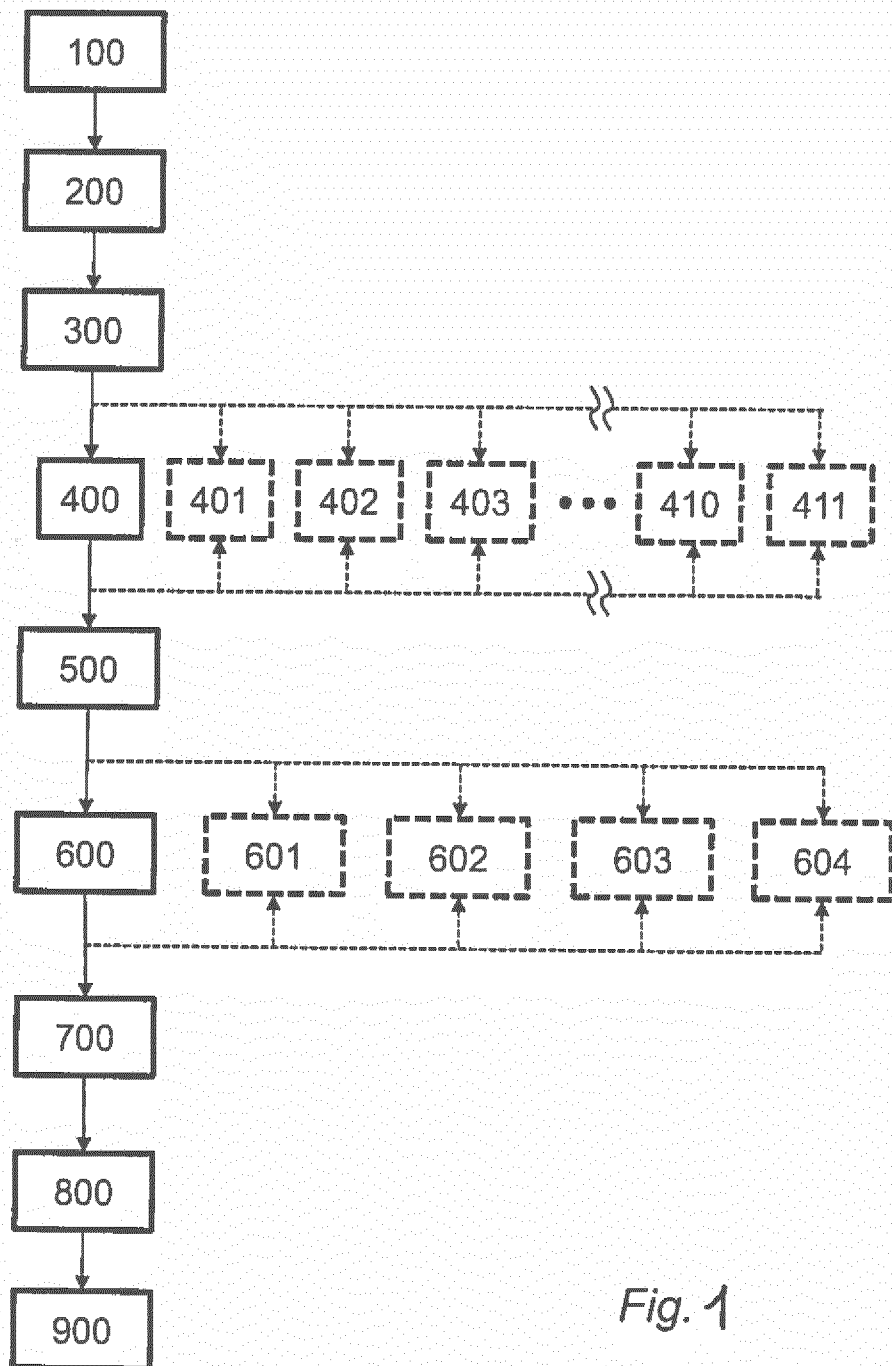
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kalibrierbetriebsmodus vom Normalbetriebsmodus abweicht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Kalibrierbetriebsmodus zumindest eine Einstellgröße der Verbrennungsmotoren veränderbar ist, die im Normalbetriebsmodus unveränderbar oder gesperrt ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Verbrennungsmotoren beim Aufnehmen einer Abgaszustandsgröße im Kalibrierbetriebsmodus selbsttätig oder extern vorgegeben in einem bestimmten Lastzustand betrieben werden,
 - dass dabei mindestens ein Ist-Wert der Abgaszustandsgröße aufgenommen und mit einem für diese Produktionsserie und für diesen Lastzustand festgelegten Soll-Wert oder Soll-Wertebereich der Abgaszustandsgröße verglichen wird,
 - und dass wenn notwendig mindestens eine Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors angepasst wird, sodass der aufgenommene Ist-Werte der Abgaszustandsgröße dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Verbrennungsmotoren beim Aufnehmen der Abgaszustandsgrößen im Kalibrierbetriebsmodus selbsttätig oder extern vorgegeben in mehreren bestimmten Lastpunkten oder in einem gewissen Lastverlauf betrieben werden,
 - dass dabei mehrere Ist-Werte der Abgaszustandsgröße aufgenommen und mit für diese Produktionsserie und für diese Lastpunkte oder für diesen Lastverlauf festgelegten Soll-Werten oder Soll-Wertebereichen der Abgaszustandsgröße verglichen werden,
 - und dass wenn notwendig mindestens eine Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors angepasst wird, sodass die aufgenommenen Ist-Werte der Abgaszustandsgrößen den Soll-Werten der betreffenden Abgaszustandsgröße entsprechen oder in den Soll-Wertebereichen der betreffenden Abgaszustandsgröße liegen.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Anpassen einer Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors durch

Modifikation mindestens eines Parameters der Motorsteuerung oder durch mechanische Veränderung oder Verstellung eines Motorbauteils erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass durch Anpassen der zumindest einen Einstellgröße eine Änderung des Verhaltens zumindest eines Motoraktuators bewirkt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Einstellgröße ein Korrekturfaktor und/oder ein Korrekturoffset in der Steuerung der Klappenstellung der Ansaugdrossel oder der Abgasgegendruckklappe ist,
 - oder dass die Einstellgröße ein Korrekturfaktor und/oder ein Korrekturoffset in der in der Steuerung der der EGR-Klappen ist,
 - oder dass die Einstellgröße ein Korrekturfaktor und/oder ein Korrekturoffset in der Steuerung der Lage des Einspritzbeginns ist,
 - oder dass die Einstellgröße ein Korrekturfaktor und/oder ein Korrekturoffset in der Steuerung eines Turboladers, insbesondere in der Steuerung des Waste-Gate-Ventils oder in der Steuerung einer variablen Turbinengeometrie eines Turboladers ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die im Kalibrierbetriebsmodus aufgenommene(n) Abgaszustandsgröße(n) die Abgastemperatur, ein die Abgaszusammensetzung betreffender Wert, die Gaskonzentration eines bestimmten Abgasbestandteils, der Lambda-Wert, der NO_x-Gehalt des Abgases, der CO-Gehalt des Abgases, der HC-Gehalt des Abgases, der CO₂-Gehalt des Abgases, der O₂-Gehalt des Abgases, der NH₃-Gehalt des Abgases, der Abgasdruck und/oder der Abgasmassenstrom ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zum Aufnehmen der mindestens einen Abgaszustandsgröße motoreigene Sensoren und/oder externe Sensoren verwendet werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,
 - dass der Kalibrierbetriebsmodus durch ein externes Signal aktiviert wird,
 - oder dass der Kalibrierbetriebsmodus durch ein externes Signal aktiviert und deaktiviert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Soll-Wert der Abgaszustandsgröße durch Aufnehmen eines diesem Wert entsprechenden Werts eines Referenzmotors ermittelt wird, oder dass der Soll-Wertebereich der Abgaszustandsgröße durch Aufnehmen eines diesem Wertebereich entsprechenden Wertebereichs eines Referenzmotors ermittelt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem erstmaligen Betrieb des Verbrennungsmotors im Kalibrierbetriebsmodus und dem anschließenden bestimmungsgemäßen Betrieb des Verbrennungsmotors im Normalbetriebsmodus der Verbrennungsmotor ein weiteres Mal im Kalibrierbetriebsmodus betrieben wird, um folgende Schritte auszuführen:
 - Aufnehmen von mindestens einer Abgaszustandsgröße an einer Stelle entlang des Abgasstroms nach dem jeweiligen Verbrennungsmotor oder zwischen dem jeweiligen Verbrennungsmotor und der zugehörigen Abgasnachbehandlungsanlage,
 - Vergleichen des Ist-Wertes der jeweils aufgenommenen Abgaszustandsgröße mit einem für diese Produktionsserie festgelegten Soll-Wert oder Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße,
 - Anpassen mindestens einer Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, sodass der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt, oder Beibehalten der Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, wenn der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße bereits dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder bereits im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt,
 - Deaktivieren des Kalibrierbetriebsmodus,
 - Versetzen der Motorsteuerungen der Verbrennungsmotoren in einen Normalbetriebsmodus,
 - bestimmungsgemäßes Betreiben der Verbrennungsmotoren im Normalbetriebsmodus.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor direkt nach der Produktion und/oder während der Einlaufphase und/oder nach der Einlaufphase in den Kalibrierbetriebsmodus versetzt wird, um folgende Schritte durchzuführen:
Aufnehmen von mindestens einer Abgaszustandsgröße an einer Stelle entlang des Abgasstroms nach dem jeweiligen Verbrennungsmotor oder zwischen dem jeweiligen Verbrennungsmotor und der zugehörigen Abgasnachbehandlungsanlage,
- Vergleichen des Ist-Wertes der jeweils aufgenommenen Abgaszustandsgröße mit einem für diese Produktionsserie festgelegten Soll-Wert oder Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße,
- Anpassen mindestens einer Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, sodass der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt,
oder Beibehalten der Einstellgröße des jeweiligen Verbrennungsmotors, wenn der Ist-Wert der aufgenommenen Abgaszustandsgröße bereits dem Soll-Wert der betreffenden Abgaszustandsgröße entspricht oder bereits im Soll-Wertebereich der betreffenden Abgaszustandsgröße liegt,
- Deaktivieren des Kalibrierbetriebsmodus,
- Versetzen der Motorsteuerungen der Verbrennungsmotoren in einen Normalbetriebsmodus,
- bestimmungsgemäßes Betreiben der Verbrennungsmotoren im Normalbetriebsmodus.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zur Verringerung der Schwankungsbreite der Abgasemissionswerte bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der Motoranordnungen eingerichtet ist.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren an allen Motoranordnungen oder an allen Verbrennungsmotoren der Produktionsserie ausgeführt wird.

*Fig. 1*

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053606

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/24 F02D41/40 F02D41/00 G01M15/10
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)
G01M F01N 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.
X Y A	US 3 938 377 A (CONVERSE III VERNON G ET AL) 17 February 1976 (1976-02-17) column 1, line 14 - line 22; figures 1-2, 11 column 2, line 33 - line 40 column 2, line 63 - line 68 column 5, line 14 - line 24 column 12, line 44 - line 54 ----- DE 198 21 167 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 18 November 1999 (1999-11-18) page 2, line 27 - line 34 page 5, line 8 - line 17 page 6, line 60 - line 62 ----- -/-	1-12,15, 16 13,14 1-16



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

13 April 2017

Date of mailing of the international search report

24/04/2017

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/EP2017/053606

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 199 10 035 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 14 September 2000 (2000-09-14) column 2, line 66 - column 3, line 32 column 4, line 16 - line 38; figures 1-2 -----	1-16
A	WO 2013/131836 A2 (AVL LIST GMBH [AT]) 12 September 2013 (2013-09-12) page 1, line 17 - line 30 page 3, line 30 - line 36 page 5, line 7 - line 10 -----	1-16
A	A Yigit Üngören ET AL: "Powertrain Calibration for low CO ₂ Emissions", 17 October 2014 (2014-10-17), XP055364046, Retrieved from the Internet: URL: http://www.icatconf.com/Sunumlar/SESSI ON4/2_Ford%20otosan%20Powertrain%20Calibra tion%20for%20low%20CO2%20Emissions_yigit_u ngoren.pdf [retrieved on 2017-04-12] the whole document -----	1-16
Y	US 2005/056265 A1 (CENTER MARC BRYAN [US]) 17 March 2005 (2005-03-17) paragraphs [0006] - [0007], [0023] -----	13,14
A	DE 10 2012 022707 A1 (DAIMLER AG [DE]) 22 May 2014 (2014-05-22) paragraphs [0001], [0005] - [0006]; figure 1 -----	1
A	EP 2 667 169 A2 (HORIBA LTD [JP]) 27 November 2013 (2013-11-27) paragraphs [0001] - [0002], [0006], [0014] - [0016], [0022]; figure 1 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/053606

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3938377	A	17-02-1976	AU 477303 B2 21-10-1976
		BE 824023 A1 16-04-1975	
		CA 1042683 A 21-11-1978	
		DE 2461880 A1 10-07-1975	
		DE 7443408 U 29-07-1976	
		FR 2257081 A1 01-08-1975	
		GB 1480409 A 20-07-1977	
		IT 1024459 B 20-06-1978	
		JP S5415084 B2 12-06-1979	
		JP S50140708 A 12-11-1975	
		US 3938377 A 17-02-1976	
DE 19821167	A1	18-11-1999	AT 224006 T 15-09-2002
		DE 19821167 A1 18-11-1999	
		EP 1078154 A1 28-02-2001	
		WO 9958837 A1 18-11-1999	
DE 19910035	A1	14-09-2000	AT 257905 T 15-01-2004
		DE 19910035 A1 14-09-2000	
		EP 1076764 A1 21-02-2001	
		US 6425374 B1 30-07-2002	
		WO 0053911 A1 14-09-2000	
WO 2013131836	A2	12-09-2013	AT 510912 A2 15-07-2012
		WO 2013131836 A2 12-09-2013	
US 2005056265	A1	17-03-2005	DE 102004044993 A1 28-04-2005
		US 2005056265 A1 17-03-2005	
DE 102012022707	A1	22-05-2014	NONE
EP 2667169	A2	27-11-2013	EP 2667169 A2 27-11-2013
		JP 5599429 B2 01-10-2014	
		JP 2013245966 A 09-12-2013	
		US 2013312489 A1 28-11-2013	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02D41/24 F02D41/40 F02D41/00 G01M15/10 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01M F01N 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.
X	US 3 938 377 A (CONVERSE III VERNON G ET AL) 17. Februar 1976 (1976-02-17)	1-12, 15, 16
Y	Spalte 1, Zeile 14 - Zeile 22; Abbildungen 1-2, 11	13, 14
	Spalte 2, Zeile 33 - Zeile 40	
	Spalte 2, Zeile 63 - Zeile 68	
	Spalte 5, Zeile 14 - Zeile 24	
	Spalte 12, Zeile 44 - Zeile 54	

A	DE 198 21 167 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 18. November 1999 (1999-11-18)	1-16
	Seite 2, Zeile 27 - Zeile 34	
	Seite 5, Zeile 8 - Zeile 17	
	Seite 6, Zeile 60 - Zeile 62	

	-/-	
☒ 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
13. April 2017		24/04/2017
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 199 10 035 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 14. September 2000 (2000-09-14) Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 32 Spalte 4, Zeile 16 - Zeile 38; Abbildungen 1-2 -----	1-16
A	WO 2013/131836 A2 (AVL LIST GMBH [AT]) 12. September 2013 (2013-09-12) Seite 1, Zeile 17 - Zeile 30 Seite 3, Zeile 30 - Zeile 36 Seite 5, Zeile 7 - Zeile 10 -----	1-16
A	A Yigit Üngören ET AL: "Powertrain Calibration for low CO ₂ Emissions", 17. Oktober 2014 (2014-10-17), XP055364046, Gefunden im Internet: URL: http://www.icatconf.com/Sunumlar/SESSION4/2_Ford%20tosan%20Powertrain%20Calibration%20for%20low%20CO2%20Emissions_yigit_ungoren.pdf [gefunden am 2017-04-12] das ganze Dokument -----	1-16
Y	US 2005/056265 A1 (CENTER MARC BRYAN [US]) 17. März 2005 (2005-03-17) Absätze [0006] - [0007], [0023] -----	13,14
A	DE 10 2012 022707 A1 (DAIMLER AG [DE]) 22. Mai 2014 (2014-05-22) Absätze [0001], [0005] - [0006]; Abbildung 1 -----	1
A	EP 2 667 169 A2 (HORIBA LTD [JP]) 27. November 2013 (2013-11-27) Absätze [0001] - [0002], [0006], [0014] - [0016], [0022]; Abbildung 1 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/053606

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3938377 A	17-02-1976	AU 477303 B2	21-10-1976
		BE 824023 A1	16-04-1975
		CA 1042683 A	21-11-1978
		DE 2461880 A1	10-07-1975
		DE 7443408 U	29-07-1976
		FR 2257081 A1	01-08-1975
		GB 1480409 A	20-07-1977
		IT 1024459 B	20-06-1978
		JP S5415084 B2	12-06-1979
		JP S50140708 A	12-11-1975
		US 3938377 A	17-02-1976
DE 19821167 A1	18-11-1999	AT 224006 T	15-09-2002
		DE 19821167 A1	18-11-1999
		EP 1078154 A1	28-02-2001
		WO 9958837 A1	18-11-1999
DE 19910035 A1	14-09-2000	AT 257905 T	15-01-2004
		DE 19910035 A1	14-09-2000
		EP 1076764 A1	21-02-2001
		US 6425374 B1	30-07-2002
		WO 0053911 A1	14-09-2000
WO 2013131836 A2	12-09-2013	AT 510912 A2	15-07-2012
		WO 2013131836 A2	12-09-2013
US 2005056265 A1	17-03-2005	DE 102004044993 A1	28-04-2005
		US 2005056265 A1	17-03-2005
DE 102012022707 A1	22-05-2014	KEINE	
EP 2667169 A2	27-11-2013	EP 2667169 A2	27-11-2013
		JP 5599429 B2	01-10-2014
		JP 2013245966 A	09-12-2013
		US 2013312489 A1	28-11-2013