

(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
27. Februar 2020 (27.02.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/037346 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F01N 3/20 (2006.01) F01N 9/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2019/060267

(22) Internationales Anmeldedatum:

23. August 2019 (23.08.2019)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

A50718/2018 23. August 2018 (23.08.2018) AT

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

(72) Erfinder: SCHWARZ, Christina; Körösstraße 166, 8010
Graz (AT). VOS, Bas; Josefigasse 73/17, 8020 Graz (AT).
DE MONTE, Mario; Gschaid 154, 8190 Birkfeld (AT).

(74) Anwalt: WIETZKE, Andreas; Mathys & Squire Europe
LLP, Maximilianstr. 35, 80539 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,
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.

(54) Title: METHOD AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF AN SCR SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE ZUR EFFIZIENZVERBESSERUNG EINES SCR-SYSTEMS

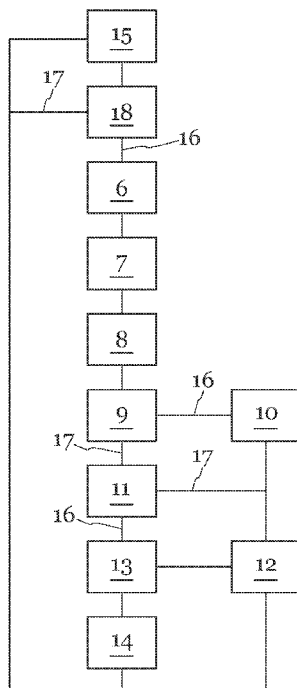


Fig.2

(57) Abstract: The invention relates to a method for improving the efficiency of an SCR system of an exhaust gas aftertreatment system (5) of an internal combustion engine (1), and to an internal combustion engine (1), wherein an operating medium is metered in upstream of the SCR catalytic converter (2) of the SCR system in a normal operating mode, wherein the operating medium comprises a reducing agent or can be converted into a reducing agent, wherein the reducing agent is stored at least temporarily in an SCR catalytic converter (2) of the SCR system, wherein the method comprises the following steps: operating of the internal combustion engine (1) in the normal operating mode, defining of a determined control value (6) by way of determining of the mass of an exhaust gas component which is measured overall at a point in the course of the exhaust gas aftertreatment system (5) during a first measurement window, determining of a calculated control value (7) by way of calculating of the mass of the exhaust gas component which occurs overall at the point in the course of the exhaust gas aftertreatment system (5) during the first measurement window, determining of the deviation (8) between the determined control value and the calculated control value, checking whether the determined deviation lies within a predefined deviation range, adapting of the metering quantity of the operating medium if the determined deviation lies outside the deviation range.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Effizienzverbesserung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage (5) einer Verbrennungskraftmaschine (1) und eine Verbrennungskraftmaschine (1), wobei vor dem SCR-Katalysator (2) des SCR-Systems in einem Normalbetriebsmodus ein Betriebsstoff eindosiert wird, wobei der Betriebsstoff ein Reduktionsmittel enthält oder in ein Reduktionsmittel umsetzbar ist, wobei das Reduktionsmittel zumindest temporär in einem SCR-Katalysator (2) des SCR-Systems gespeichert wird, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Betreiben der Verbrennungskraftmaschine (1) in dem Normalbetriebsmodus, Bestimmen eines ermittelten Kontrollwerts (6) durch Ermitteln von an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage (5) während eines ersten Messfensters insgesamt gemessenen Masse einer Abgaskomponente, Bestimmen eines

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

berechneten Kontrollwerts (7) durch Berechnen von an der Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage (5) während des ersten Messfensters insgesamt auftretenden Masse der Abgaskomponente, Ermitteln der Abweichung (8) zwischen dem ermittelten Kontrollwert und dem berechneten Kontrollwert, Überprüfen ob die ermittelte Abweichung in einem vorab definierten Abweichungsbereich liegt, Anpassen der Dosiermenge des Betriebsstoffs wenn die ermittelte Abweichung außerhalb des Abweichungsbereichs liegt.

Verfahren und Verbrennungskraftmaschine zur Effizienzverbesserung eines SCR-Systems

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Verbrennungskraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

Zur Modellierung der Emissionen von Kraftfahrzeugen werden bei herkömmlichen Verfahren physikalische, insbesondere kinetische, Modelle verwendet. Bei diesen herkömmlichen Verfahren dient die modellierte NH_3 -Beladung des SCR-Katalysators in der Regel zur Steuerung der Einspritzmenge an Betriebsstoff, um die Ziele der Emissionsgesetzgebung zu erreichen.

Aufgrund von Umwelteinflüssen, von Ablagerungen, von Schwefelvergiftungen oder von Sensorungenauigkeiten kann im Laufe der Zeit die Effizienz des SCR-Katalysators abnehmen. Ferner kann auch die geforderte Einspritzmenge von der wirklich eindosierten Einspritzmenge an Betriebsstoff abweichen. Um die Dosiermenge trotz solcher Abweichungen bestmöglich einstellen zu können, ist aus dem Stand der Technik eine Vielzahl von unterschiedlichen Verfahren bekannt.

Beispielsweise sind Verfahren bekannt, bei denen die modellierte Beladungsmenge eines SCR-Katalysators angepasst wird, wenn die modellierten und gemessenen Emissionen voneinander abweichen. Ferner sind Verfahren bekannt, bei denen die Dosiermenge an Betriebsstoff in bestimmten Betriebsphasen definiert variiert wird und aus dem Grad der Übereinstimmung zwischen dem Erwartungswert und dem mittels des NO_x -Sensors ermittelten Istwert auf das Vorhandensein von NO_x - und/oder NH_3 -Schlupf geschlossen und die Dosiermenge angepasst wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Effizienzverbesserung eines SCR-Systems zu schaffen, mit welchem die Dosiermenge an Betriebsstoff bestmöglich einstellbar ist. Ferner ist es eine weitere Aufgabe der Erfindung, höhere NO_x -Umsatzraten zu ermöglichen, den Betriebsstoffverbrauch zu verringern und/oder den Reduktionsmittelschlupf zu reduzieren, wodurch gesetzliche Vorgaben einfacher eingehalten und insbesondere unterschritten werden können.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird insbesondere durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

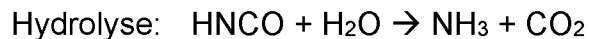
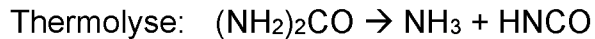
Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Effizienzverbesserung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere unter Berücksichtigung der Querempfindlichkeit eines NO_x-Sensors auf NH₃, wobei vor dem SCR-Katalysator des SCR-Systems, in einem Normalbetriebsmodus, der dem bestimmungsgemäßen Betrieb entspricht, ein Betriebsstoff eindosiert wird, wobei der Betriebsstoff ein Reduktionsmittel enthält oder in ein Reduktionsmittel umsetzbar ist und wobei das Reduktionsmittel zumindest temporär in einem SCR-Katalysator des SCR-Systems gespeichert wird.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Verfahren folgende Schritte umfasst: Betreiben der Verbrennungskraftmaschine in dem Normalbetriebsmodus, Bestimmen eines ermittelten Kontrollwerts durch Ermitteln von an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage während eines ersten Messfensters insgesamt gemessenen Masse einer Abgaskomponente, insbesondere der durch einen NO_x-Sensor aufgenommenen Emission, Bestimmen eines berechneten Kontrollwerts durch Berechnen von an der Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage während des ersten Messfensters insgesamt auftretenden Masse der Abgaskomponente, insbesondere der NO_x-Emissionen, Ermitteln der Abweichung zwischen dem ermittelten Kontrollwert und dem berechneten Kontrollwert, Überprüfen, ob die ermittelte Abweichung in einem vorab definierten Abweichungsbereich liegt, Anpassen der Dosiermenge des Betriebsstoffs, wenn die ermittelte Abweichung außerhalb des Abweichungsbereichs liegt.

Eine Korrektur einer Einspritzmenge basiert also auf einer Logik, die auf einen Wert des NO_x-Sensors schaut. Diese Bewertung beruht auf mehreren Evaluationszyklen und macht somit die Funktion stabiler.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass im Normalbetriebsmodus, insbesondere im bestimmungsgemäßen Betrieb, ein zur selektiven katalytischen Reduktion geeigneter Betriebsstoff, wie insbesondere ein harnstoffhaltiges Gemisch, eine Harnstofflösung oder AdBlue®, vor dem SCR-System eindosiert wird. Der Betriebsstoff kann ein Reduktionsmittel, wie insbesondere Ammoniak NH₃, enthalten oder in ein

Reduktionsmittel, wie insbesondere NH_3 , umsetzbar sein. Bevorzugt wird als Betriebsstoff ein harnstoffhaltiges Gemisch, insbesondere eine Harnstoff-Wasser-Lösung, wie beispielsweise AdBlue®, verwendet, wobei der Betriebsstoff gegebenenfalls durch nachfolgend dargestellte Reaktionen in das Reduktionsmittel, insbesondere NH_3 , umgewandelt wird:



In einem ersten Schritt kann bei der Thermolyse-Reaktion der Harnstoff $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ in Ammoniak NH_3 und Isocyansäure HNCO umgewandelt werden. In einem zweiten Schritt kann bei der Hydrolyse-Reaktion die Isocyansäure HNCO mit Wasser H_2O in Ammoniak NH_3 und Kohlendioxid CO_2 umgewandelt werden.

Das Reduktionsmittel, insbesondere NH_3 , ist gegebenenfalls zumindest temporär in dem SCR-Katalysator speicherbar und/oder gespeichert. Gegebenenfalls lagert sich der Ammoniak an den aktiven Zentren des SCR-Katalysators an. Das zumindest temporär gespeicherte Reduktionsmittel, insbesondere der Ammoniak NH_3 , kann anschließend Stickoxide NO_x , wie insbesondere Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO_2 , reduzieren.

Die Dosierung des Betriebsstoffs kann über eine Dosierungsvorrichtung, wie insbesondere über einen Injektor oder über eine Einspritzdüse, erfolgen. Die Dosiermenge an dem Betriebsstoff im Normalbetriebsmodus, die sogenannten Normalbetriebsmodus-Dosiermenge, kann vorab beispielsweise im Rahmen der Kalibration der Verbrennungskraftmaschine und/oder des Abgasnachbehandlungssystems abhängig von den auftretenden NO_x -Emissionen und gegebenenfalls weiteren Betriebsparametern festgelegt werden oder in einem Kennfeld festgelegt sein.

Um den ermittelten Kontrollwert zu bestimmen, kann während des Messfensters an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage die insgesamt gemessene Masse einer Abgaskomponente ermittelt werden.

Um den berechneten Kontrollwert zu bestimmen, kann während des Messfensters an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage die insgesamt auftretende Masse einer Abgaskomponente berechnet werden.

Günstig kann es sein, wenn das Messfenster über eine Zeitdauer definiert ist oder wird, welche es zu erreichen gilt. Dabei kann vorgesehen sein, dass das Messfenster verworfen wird, wenn der stationäre Betrieb verlassen wird, bevor die definierte Zeitdauer erreicht ist oder wird.

Unter einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage wird im Rahmen der vorliegenden Offenbarung eine Position nach dem Motor der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere nach dem SCR-System, vorzugsweise nach dem SCR-Katalysator, verstanden.

Der ermittelte und der berechnete Kontrollwert werden an derselben Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage bestimmt.

In weiterer Folge kann der ermittelte Kontrollwert mit dem berechneten Kontrollwert verglichen werden. Dabei kann die Abweichung zwischen dem ermittelten Kontrollwert und dem berechneten Kontrollwert ermittelt werden.

Anschließend wird überprüft, ob die ermittelte Abweichung in einem vorab definierten Abweichungsbereich liegt.

Durch die Überprüfung, ob die ermittelte Abweichung in einem vordefinierten Abweichungsbereich liegt, kann eine Aussage getroffen werden, inwieweit der ermittelte Kontrollwert vom berechneten Kontrollwert abweicht. Dadurch lässt sich gegebenenfalls feststellen, ob die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente innerhalb eines Sollwertbereichs bzw. innerhalb des Abweichungsbereichs liegt. Die Dosiermenge des Betriebsstoffs kann angepasst werden, wenn die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente außerhalb des Sollwertbereichs liegt und kann unverändert bleiben, wenn die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente innerhalb des Sollwertbereichs liegt.

Es kann auch vorgesehen sein, dass der berechnete Kontrollwert eine minimale NO_x-Masse ist, welche bei Unterschreiten derselben bedeutet, dass Emissionen im

gesetzlichen Limit sind und eine Einspritzung nicht verändert werden muss. Es wird also überprüft, ob der Kontrollwert unterschritten wird. Der Kontrollwertes kann also eine minimale Masse an NO_x über diesem Messfenster sein, wobei ermittelt wird, ob ein ermittelter NO_x-Wert größer oder kleiner geworden ist.

Die Verbrennungskraftmaschine kann ein Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeugs sein.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Verfahren automatisiert, insbesondere in einem Steuergerät eines Kraftfahrzeugs und/oder durch ein Steuergerät eines Kraftfahrzeugs gesteuert und/oder geregelt, ausgeführt wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Verfahrensschritte des Verfahrens, wie zuvor beschrieben, aufeinander folgen. Das heißt gegebenenfalls, dass zuerst ein ermittelter Kontrollwert und ein berechneter Kontrollwert bestimmt werden. Anschließend kann die Abweichung zwischen dem ermittelten Kontrollwert und dem berechneten Kontrollwert ermittelt und überprüft werden, ob die ermittelte Abweichung in einem vorab definierten Abweichungsbereich liegt. Wenn die ermittelte Abweichung außerhalb des Abweichungsbereichs liegt, wird die Dosiermenge des Betriebsstoffs gegebenenfalls angepasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens ein weiterer ermittelter Kontrollwert während mindestens eines weiteren Messfensters ermittelt wird, dass mindestens ein weiterer berechneter Kontrollwert während des mindestens einen weiteren Messfensters berechnet wird, dass die Abweichung zwischen dem weiteren ermittelten Kontrollwert und dem weiteren berechneten Kontrollwert ermittelt wird, dass überprüft wird, ob die ermittelte Abweichung in dem oder einem vorab definierten Abweichungsbereich liegt, und dass die Dosiermenge des Betriebsstoffs angepasst wird, wenn die ermittelte Abweichung außerhalb des Abweichungsbereichs liegt.

Um die Auswirkung der Anpassung der Dosiermenge zu überprüfen, kann in einem weiteren Messfenster ein weiterer ermittelter Kontrollwert ermittelt und ein weiterer berechneter Kontrollwert berechnet werden.

Der weitere ermittelte Kontrollwert kann durch Ermitteln von an der Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage während des weiteren Messfensters insgesamt

gemessenen Masse der Abgaskomponente, insbesondere der durch einen NO_x-Sensor aufgenommen Emissionen, bestimmt werden.

Der weitere berechnete Kontrollwert kann durch Berechnen von an der Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage während des weiteren Messfensters insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente, insbesondere der NO_x-Emissionen, bestimmt werden.

Gegebenenfalls werden der weitere ermittelte und der weitere berechnete Kontrollwert des weiteren Messfensters an derselben Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage bestimmt, wie der ermittelte und der berechnete Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters. Das heißt, gegebenenfalls dass die Kontrollwerte jedes Messfenster an derselben Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage bestimmt werden.

Anschließend wird die Abweichung zwischen dem weiteren ermittelten Kontrollwert und dem weiteren berechneten Kontrollwert ermittelt und überprüft, ob die ermittelte Abweichung in dem oder einem vorab definierten Abweichungsbereich liegt.

Falls die ermittelte Abweichung außerhalb des Abweichungsbereichs liegt, wird die Dosiermenge angepasst. Falls die ermittelte Abweichung innerhalb des Abweichungsbereichs liegt, bleibt die Dosiermenge unverändert.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass jeder der ermittelten Kontrollwerte aus den Messwerten eines Sensors, insbesondere eines NO_x-Sensors nach dem SCR-System, gebildet wird.

Das heißt, dass gegebenenfalls der ermittelte Kontrollwert oder die weiteren ermittelten Kontrollwerte auf Messwerten eines Sensors basiert oder basieren. Jeder der ermittelten Kontrollwerte kann beispielsweise durch Integration der mittels eines NO_x-Sensors gemessenen Emissionen nach dem SCR-Katalysator während des jeweiligen Messfensters gebildet oder bestimmt werden. Mit anderen Worten basiert der ermittelte Kontrollwert auf Messwerten eines Sensors oder ist aus Messwerten gebildet.

Der Sensor ist bevorzugt als NO_x-Sensor ausgebildet und nach dem SCR-System angeordnet. Da herkömmliche NO_x-Sensoren in der Regel querempfindlich auf NH₃-

Emissionen sind, werden NH_3 -Emissionen nach dem SCR-Katalysator mit herkömmlichen NO_x -Sensoren fälschlicherweise als NO_x -Emissionen detektiert. Durch die Querempfindlichkeit des NO_x -Sensors kann ein NH_3 -Schlupf zu einem höheren NO_x -Messwert des NO_x -Sensors führen.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die für das Verfahren maßgeblichen Reaktionen des SCR-Systems, insbesondere des SCR-Katalysators, zusätzlich zum realen Betrieb in einem kinetischen Modell berechnet werden, wobei das kinetische Modell insbesondere einer mathematischen Abbildung des physikalischen Modells des verwendeten SCR-Systems entspricht.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass jeder der berechneten Kontrollwerte mit einem Modell, insbesondere mit dem kinetischen Modell, berechnet wird, oder dass jeder der berechneten Kontrollwerte aus einem auf Prüfstandsdaten basierenden Kennfeld berechnet wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass durch das kinetische Modell die maßgeblichen Reaktionen mathematisch-physikalisch abgebildet werden. Die Reaktionen können somit auf physikalischen Gegebenheiten beruhen, wodurch Schätzungen und/oder Unsicherheiten verringert werden können und wodurch die Genauigkeit der modellierten Werte erhöht werden kann.

Beispielsweise kann mit dem kinetischen Modell auch die Oxidation des Reduktionsmittels, insbesondere die Oxidation von NH_3 , abgebildet werden. Bei herkömmlichen Verfahren und/oder herkömmlichen Modellen kann die Oxidation von Reduktionsmittel, falls diese berücksichtigt wird, meist nur abgeschätzt werden, was mit großen Unsicherheiten einhergeht bzw. sehr ungenau ist. Beispielsweise ist ein solches kinetisches Modell in „Hollauf, Bernd: Model-Based Closed-Loop Control of SCR Based DeNO_x Systems. Master's thesis, University of Applied Science Technikum Kärnten, 2009.“ Offenbart.

Gegebenenfalls wird jeder berechnete Kontrollwert durch ein Modell, insbesondere durch ein kinetisches Modell, berechnet. Durch den Vergleich des ermittelten Kontrollwerts mit dem durch das kinetische Modell des SCR-Katalysators berechneten Kontrollwert kann die Abweichung ermittelt bzw. berechnet werden. Falls die ermittelte

bzw. berechnete Abweichung außerhalb des Abweichungsbereichs liegt, wird die Dosiermenge verändert. Dadurch kann die Dosiermenge so eingestellt werden, dass ein Optimum zwischen NO_x-Umsatz und Betriebsstoffverbrauch erreicht wird. Mit anderen Worten kann die Dosiermenge so eingestellt werden, dass der größtmögliche NO_x-Umsatz bei kleinstmöglichem Verbrauch an Betriebsstoff erzielbar ist. Insbesondere wird durch die Anpassung der Dosiermenge das reale SCR-System an das mit dem kinetischen Modell modellierte SCR-System angepasst.

Gegebenenfalls wird jeder der berechneten Kontrollwerte aus einem auf Prüfstandsdaten basierenden Kennfeld berechnet. In einer bevorzugten Ausführungsform kann der berechnete Kontrollwert auch einem vorab durch Berechnung definierten Wert oder einem berechneten Wert eines Kennfeldes entsprechen. Dadurch kann die Einstellung der Dosiermenge, insbesondere ausschließlich, von den gemessenen NO_x-Emissionen nach dem SCR-Katalysator und von den Prüfstandsdaten oder dem vorab definierten Wert abhängig sein. Die Einstellung der Dosiermenge kann dadurch unabhängig von dem, insbesondere kinetischen, Modell sein, wodurch die Einstellung der Dosiermenge von Ungenauigkeiten des Modells unbeeinflusst ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Normalbetriebsmodus einen stationären und/oder einen transienten oder instationären Betrieb der Verbrennungskraftmaschine und/oder der Abgasnachbehandlungsanlage umfasst.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Ermitteln der Abweichung zwischen dem ermittelten Kontrollwert und dem berechneten Kontrollwert nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$\text{Abweichung} = \frac{\text{Kontrollwert}_{\text{ermittelt}}}{\text{Kontrollwert}_{\text{berechnet}}}$$

wobei die Abweichung die ermittelte Abweichung ist, wobei der Kontrollwert_{ermittelt} der ermittelte Kontrollwert ist, und wobei der Kontrollwert_{berechnet} der berechnete Kontrollwert ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Ermitteln der Abweichung durch Vergleichen des ermittelten Kontrollwerts mit dem berechneten Kontrollwert erfolgt, wobei die

Dosiermenge des Betriebsstoffs unverändert beibehalten wird, wenn der ermittelte Kontrollwert kleiner als der berechneten Kontrollwert ist, und wobei die Dosiermenge des Betriebsstoffs angepasst wird, wenn der ermittelte Kontrollwert größer als der berechneten Kontrollwert ist.

Der berechnete Kontrollwert kann eine bestmöglich erreichbare, insbesondere minimale, NO_x-Masse während jedes Messfensters sein. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass, wenn der ermittelte Kontrollwert diesen berechneten Kontrollwert unterschreitet, die Betriebsstoffmenge unverändert beibehalten bzw. keine Anpassung der Betriebsstoffmenge durchgeführt wird. In diesem Fall kann angenommen werden, dass das SCR-System, insbesondere der SCR-Katalysator, bestmöglich oder mit größtmöglicher Effizienz arbeitet. Mit anderen Worten befindet sich das SCR-System, insbesondere der SCR-Katalysator, in diesem Fall in einem ökonomischen, insbesondere optimalen, Betriebspunkt.

Falls der ermittelte Kontrollwert den berechneten Kontrollwert überschreitet, kann die Dosiermenge an Betriebsstoff angepasst werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass jedes Messfenster durch Errechnen der von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzten Energiemenge definiert ist, wobei jedes Messfenster an einem Startpunkt beginnt und bei einer bestimmten errechneten Energiemenge an einem Endpunkt endet, oder dass jedes Messfenster durch eine Zeitdauer eines durchgehend stationären Betriebs der Verbrennungskraftmaschine definiert ist, wobei jedes Messfenster beginnt, wenn die Verbrennungskraftmaschine stationär betrieben wird, und endet, bevor die Verbrennungskraftmaschine instationär oder transient betrieben wird und/oder eine vorab definierte Zeitdauer erreicht wurde.

Alternativ oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass jedes Messfenster endet, wenn die Verbrennungskraftmaschine für eine vorab definierte Zeitdauer in einem stationären Betriebspunkt betrieben wurde.

Zu Beginn des Verfahrens kann die Messfensterlänge durch Festlegung einer von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzten Energiemenge bestimmt werden. Das Messfenster beginnt an einem Startpunkt und endet nach Erreichen der vorab festgelegten umgesetzten Energiemenge an einem Endpunkt. Dazu wird

gegebenenfalls die Motorleistung während der Messung, insbesondere während des Messfensters, integriert, solange die vorab festgelegte Energiemenge noch nicht erreicht ist. Somit kann die Motorleistung über die gesamte Messfensterlänge integriert werden. Sobald die vorab festgelegte Energiemenge erreicht ist, kann das Messfenster an einem Endpunkt enden. Die Messfensterlänge kann somit einer vorgegebenen Energiemenge, insbesondere 0.5 kWh bis 100 kWh, insbesondere 1 kWh bis 80kWh, vorzugsweise 2 kWh bis 60 kWh, besonders bevorzugt etwa 2 kWh, entsprechen. Dadurch kann ein Messfenster während des stationären und/oder des instationären Betriebs der Verbrennungskraftmaschine aufgenommen werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform hängt die Messfensterlänge bzw. die Dauer eines Messfensters von der umgesetzten Energiemenge ab und ist insbesondere über die geleistete Arbeit der Verbrennungskraftmaschine definiert.

Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass das Messfenster durch eine stationäre Betriebsweise der Verbrennungskraftmaschine definiert ist. Das heißt, dass gegebenenfalls während des stationären Betriebs der Verbrennungskraftmaschine der ermittelte und der berechnete Kontrollwert bestimmt werden. Insbesondere ist vorgesehen, dass die Bestimmung der Kontrollwerte innerhalb des stationären Betriebs der Verbrennungskraftmaschine erfolgt. Dadurch kann ein Messfenster während des, insbesondere ausschließlich, stationären Betriebs der Verbrennungskraftmaschine aufgenommen werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform hängt die Messfensterlänge bzw. die Dauer eines Messfensters von den Betriebsbedingungen der Verbrennungskraftmaschine und einer vorab definierten Zeitdauer ab und ist insbesondere zeitbasiert.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzte Energiemenge aus einem Kennfeld über den Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine bestimmt wird, dass die von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzte Energiemenge mittels der Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der Motordrehzahl N_{Eng} , und der injizierten Kraftstoffmenge $M_{fFullInj}$ berechnet wird, und/oder dass die Errechnung der von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzten Energiemenge nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$EEng = \int PwrEng$$

$$PwrEng = \frac{2 \cdot \pi \cdot NEng \cdot TqEng}{60 \cdot 1000}$$

wobei $EEng$ die von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzte Energiemenge während eines Messfensters ist, wobei $PwrEng$ die Motorleistung ist, wobei $NEng$ die Motordrehzahl ist, und wobei $TqEng$ das Motordrehmoment ist.

Die Leistung der Verbrennungskraftmaschine kann entweder berechnet werden oder über ein Kennfeld über den Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine vorgegeben oder bestimmt werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Gültigkeit jedes aufgenommenen Messfensters unter Berücksichtigung mindestens eines Gültigkeitsparameters beurteilt wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Messfenster als gültig definiert wird, wenn der mindestens eine Gültigkeitsparameter für eine gewisse Dauer während des Messfensters innerhalb eines Gültigkeitsbereichs liegt, und/oder dass das Messfenster als ungültig definiert wird, wenn der mindestens eine Gültigkeitsparameter für eine gewisse Dauer während des Messfensters außerhalb eines Gültigkeitsbereichs liegt, und/oder dass das Messfenster als ungültig definiert wird, wenn eine vorbestimmte Anzahl an Gültigkeitsbereichsüberschreitungen, Gültigkeitsbereichsunterschreitungen und/oder Gültigkeitsbereichsverletzungen überschritten wird.

Um die Gültigkeit des Messfensters zu beurteilen, wird gegebenenfalls mindestens ein Gültigkeitsparameter herangezogen.

Gegebenenfalls können als Gültigkeitsparameter auch die gemittelte SCR-Katalysator-Temperatur, die gespeicherte Menge an Reduktionsmittel, insbesondere die gespeicherte Menge an NH_3 , im SCR-Katalysator und/oder im SCR-Modell, die NO_x -Konzentration vor dem SCR-System, insbesondere die NO_x -Konzentration vor dem SCR-Katalysator, und/oder dergleichen herangezogen werden.

Als Gültigkeitsparameter können beispielsweise Parameter, wie zum Beispiel die Motordrehzahl, die eingebrachte Kraftstoffmenge, das Motordrehmoment, die berechnete Motorleistung oder dergleichen, herangezogen werden. Das Messfenster kann beispielsweise ungültig sein, wenn die berechnete Motorleistung transient, insbesondere stark transient, ist und dadurch der mindestens eine Gültigkeitsparameter nicht für die vorab festgelegte Dauer in dem definierten Gültigkeitsbereich liegt.

Dadurch kann ein Messfenster auch als gültig definiert werden, wenn der mindestens eine Gültigkeitsparameter ein paar Mal außerhalb des Gültigkeitsbereichs liegt und/oder der mindestens eine Gültigkeitsparameter für eine gewisse Zeit außerhalb des Gültigkeitsbereichs liegt. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass ein Messfenster als ungültig definiert wird, wenn eine Anzahl von vorabbestimmten Gültigkeitsbereichsverletzungen, Gültigkeitsbereichsüberschreitungen und/oder Gültigkeitsbereichsunterschreitungen überschritten wurde. Gegebenenfalls ist definiert, dass, falls ein Gültigkeitsparameter während eines Messfensters den Gültigkeitsbereich unter- bzw. überschreitet, eine Gültigkeitsbereichsverletzung vorliegt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass, falls die ermittelte Abweichung des ersten Messfensters außerhalb des Abweichungsbereichs liegt, die Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus erhöht wird, sodass in weiterer Folge eine angepasste Dosiermenge eindosiert wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Dosiermenge des Betriebsstoffs in einem ersten Schritt gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus erhöht wird, wenn die ermittelte Abweichung zwischen dem ermittelten Kontrollwert und dem, insbesondere mit dem kinetischen Modell, berechneten Kontrollwert des ersten Messfensters außerhalb des Abweichungsbereichs liegt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass NO_x-Schlupf detektiert wird, wenn die ermittelte Abweichung des weiteren Messfensters kleiner ist als die ermittelte Abweichung des vorangegangenen Messfensters und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge erhöht worden ist, wobei, falls NO_x-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff erhöht wird, oder dass NH₃-Schlupf detektiert wird, wenn die ermittelte Abweichung des weiteren Messfensters größer ist

als die ermittelte Abweichung des vorangegangenen Messfensters und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge erhöht worden ist, wobei, falls NH_3 -Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff verringert wird.

Für den Fall, dass die Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster bzw. im vorangegangenen Schritt erhöht wurde, kann NO_x -Schlupf detektiert werden, falls die ermittelte bzw. berechnete Abweichung des weiteren Messfensters kleiner als die ermittelte bzw. berechnete Abweichung des vorangegangenen Messfensters ist. Insbesondere wird in diesem Fall die Dosiermenge erhöht, falls NO_x -Schlupf detektiert wird.

Für den Fall, dass die Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster bzw. im vorangegangenen Schritt erhöht wurde, kann NH_3 -Schlupf detektiert werden, falls die ermittelte bzw. berechnete Abweichung des weiteren Messfensters größer als die ermittelte bzw. berechnete Abweichung des vorangegangenen Messfensters ist. Insbesondere wird in diesem Fall die Dosiermenge verringert, falls NH_3 -Schlupf detektiert wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass NO_x -Schlupf detektiert wird, wenn die ermittelte Abweichung des weiteren Messfensters größer ist als die ermittelte Abweichung des vorangegangenen Messfensters und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge verringert worden ist, wobei, falls NO_x -Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff erhöht wird, dass NH_3 -Schlupf detektiert wird, wenn die ermittelte Abweichung des weiteren Messfensters kleiner ist als die ermittelte Abweichung des vorangegangenen Messfensters und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge verringert worden ist, wobei, falls NH_3 -Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff verringert wird.

Für den Fall, dass die Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster bzw. im vorangegangenen Schritt verringert wurde, kann NO_x-Schlupf detektiert werden, falls die ermittelte bzw. berechnete Abweichung des weiteren Messfensters größer als die ermittelte bzw. berechnete Abweichung des vorangegangenen Messfensters ist. Insbesondere wird in diesem Fall die Dosiermenge erhöht, falls NO_x-Schlupf detektiert wird.

Für den Fall, dass die Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster bzw. im vorangegangenen Schritt verringert wurde, kann NH₃-Schlupf detektiert werden, falls die ermittelte bzw. berechnete Abweichung des weiteren Messfensters kleiner als die ermittelte bzw. berechnete Abweichung des vorangegangenen Messfensters ist. Insbesondere wird in diesem Fall die Dosiermenge verringert, falls NH₃-Schlupf detektiert wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass NO_x-Schlupf detektiert wird, wenn der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters kleiner ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge erhöht worden ist, wobei, falls NO_x-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff erhöht wird, oder dass NH₃-Schlupf detektiert wird, wenn der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters größer ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge erhöht worden ist, wobei, falls NH₃-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff verringert wird.

Durch den Vergleich des ermittelten Kontrollwerts des weiteren Messfensters mit dem ermittelten Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters kann die Dosiermenge des Betriebsstoffs angepasst werden. Hierbei kann mit anderen Worten nur die mit dem NO_x-Sensor gemessene NO_x-Masse des weiteren Messfensters mit der mit dem NO_x-Sensor gemessenen NO_x-Masse des vorangegangenen Messfensters verglichen werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass NO_x-Schlupf detektiert wird, wenn der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters größer ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge verringert worden ist, wobei, falls NO_x-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff erhöht wird, dass NH₃-Schlupf detektiert wird, wenn der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters kleiner ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge verringert worden ist, wobei, falls NH₃-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff verringert wird.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Funktion beschrieben, deren Gültigkeitsbereich nicht auf einen einzigen Lastpunkt eingeschränkt ist. Zusätzlich ist es möglich, dadurch einen NO_x-Schlupf (eine schlechte Konvertierungseffizienz) und auch NH₃-Schlupf zu detektieren und basierend auf diesen Ergebnissen eine Dosiermenge anpassen.

Eine Berechnung der benötigten NH₃-Einspritzmenge basiert insbesondere auf den NO_x-Emissionen vor dem SCR und der modellierten SCR-Beladung, welche durch ein kinetisches Modell vorhergesagt werden, und darauf, dass eine NO_x-Masse nach SCR nicht berücksichtigt wird.

Durch den Vergleich des ermittelten Kontrollwerts des weiteren Messfensters mit dem ermittelten Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters kann die Dosiermenge des Betriebsstoffs angepasst werden. Hierbei kann mit anderen Worten nur die mit dem NO_x-Sensor gemessene NO_x-Masse des weiteren Messfensters mit der mit dem NO_x-Sensor gemessenen NO_x-Masse des vorangegangenen Messfensters verglichen werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Dosiermenge um einen Adaptionfaktor angepasst wird, wobei der Adaptionfaktor ein vorab definierter Wert ist, oder wobei der Adaptionfaktor von der ermittelten Abweichung abhängig ist.

Gegebenenfalls wird die Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber einer bereits angepassten Dosiermenge mit einem Adaptionfaktor angepasst. Insbesondere kann zur Anpassung der Dosiermenge, die Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder eine bereits angepasste Dosiermenge mit dem Adaptionfaktor multipliziert werden.

Es kann auch günstig sein, wenn der Adaptionfaktor von dem Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine abhängig ist.

Der Adaptionfaktor kann von der ermittelten Abweichung oder dem Zahlenwert der ermittelten Abweichung abhängig sein. Mit anderen Worten kann der Adaptionfaktor dem Zahlenwert der ermittelten Abweichung entsprechen, wobei der Adaptionfaktor groß ist, wenn die ermittelte Abweichung groß ist, oder wobei der Adaptionfaktor klein ist, wenn die ermittelte Abweichung klein ist. Um das Ziel, dass die ermittelte Abweichung in einem vorab definierten Abweichungsbereich liegt, schneller zu erreichen, kann bei einer großen ermittelten Abweichung und ein entsprechend großer Adaptionfaktor gewählt werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird insbesondere also nicht in die Betriebsparameter des Motors eingegriffen. Das erfindungsgemäße Verfahren bezieht sich insbesondere rein auf eine Adaptationsfunktion für ein SCR-System, mit jeweils einem NO_x-Sensor vor und nach dem Katalysator. Adaptiert wird die NH₃-Einspritzmenge vor dem SCR. Gemessenen Emissionen werden bevorzugt über ein oder mehrere Messfenster hinweg überprüft und dann wird aufgrunddessen entschieden, ob eine Adaptation notwendig ist und/oder ob ein NH₃-Schlupf und/oder NO_x-Schlupf vorhanden ist.

Insbesondere betrifft die Erfindung, eine Verbrennungskraftmaschine umfassend eine Abgasnachbehandlungsanlage mit einem SCR-System, wobei die Verbrennungskraftmaschine zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet und/oder geeignet ist.

Weitere erfindungsgemäße Merkmale ergeben sich gegebenenfalls aus den Ansprüchen, der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und den Figuren.

Die Erfindung wird nun am Beispiel exemplarischer, nicht ausschließlicher und/oder nicht einschränkender Ausführungsbeispiele weiter erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische grafische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine, welche zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet oder geeignet ist, und

Fig. 2 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm von zwei Varianten einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Wenn nicht anders angegeben, so entsprechen die Bezugszeichen folgenden Komponenten oder Verfahrensschritten:

Verbrennungskraftmaschine 1, SCR-Katalysator 2, Dosierungsvorrichtung 3, NO_x-Sensor 4, Abgasnachbehandlungsanlage 5, Bestimmen eines ermittelten Kontrollwerts 6, Bestimmen eines berechneten Kontrollwerts 7, Ermitteln der Abweichung 8, Überprüfen, ob die ermittelte Abweichung in einem vorab definierten Abweichungsbereichs liegt 9, Beibehalten der Dosiermenge 10, Anpassung der Dosiermenge in einem vorangegangenen Messfenster bereits durchgeführt 11, Erhöhen der Dosiermenge 12, Entscheidungslogik 13, Verringern der Dosiermenge 14, Aufnehmen eines Messfensters 15, Ja 16, Nein 17, und Gültigkeitsüberprüfung 18.

Fig. 1 zeigt eine schematische grafische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine 1, welche zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet oder geeignet ist.

Die Ausführungsform umfasst eine Verbrennungskraftmaschine 1 und eine Abgasnachbehandlungsanlage 5. Die Abgasnachbehandlungsanlage 5 umfasst eine Dosierungsvorrichtung 3, einen SCR-Katalysator 2 und einen NO_x-Sensor 4.

Beispielweise kann die Abgasnachbehandlungsanlage 5 weitere Abgasnachbehandlungskomponenten, wie einen Dieseloxydationskatalysator DOC, einen NO_x-Speicherkatalysator NSC, einen Dieselpartikelfilter DPF und/oder einen Ammoniak-schlupfkatalysator ASC, umfassen.

Im Normalbetriebsmodus, der dem bestimmungsgemäßen Betrieb entspricht, wird ein Betriebsstoff vor dem SCR-Katalysator 2 eindosiert. Der Betriebsstoff enthält ein

Reduktionsmittel oder ist in ein Reduktionsmittel umsetzbar. Das Reduktionsmittel, insbesondere der Ammoniak NH_3 , wird zumindest temporär in dem SCR-Katalysator 2 gespeichert.

Fig. 2 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm von Varianten einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Gemäß diesem Ablaufdiagramm wird zu Beginn des Verfahrens ein Messfenster aufgenommen. Das Messfenster kann in einer ersten Variante der ersten Ausführungsform durch den stationären Betrieb der Verbrennungskraftmaschine 1 oder in einer zweiten Variante der ersten Ausführungsform durch Errechnen der von der Verbrennungskraftmaschine 1 umgesetzten Energiemenge definiert sein.

Anschließend wird das Messfenster auf seine Gültigkeit überprüft. Gemäß dieser Ausführungsform wird das Messfenster als ungültig beurteilt, wenn ein Gültigkeitsparameter, wie beispielsweise die gemittelte SCR-Katalysator-Temperatur, die gespeicherte Menge an Reduktionsmittel oder die NO_x -Konzentration vor dem SCR-Katalysator, für eine gewisse Dauer während des Messfensters außerhalb eines vorab definierten Gültigkeitsbereichs liegt.

Falls das Messfenster als gültig beurteilt wird, werden während des Messfensters ein ermittelter Kontrollwert und ein berechneter Kontrollwert bestimmt. Der ermittelten Kontrollwerts wird durch Ermitteln von an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage 5 während des Messfensters insgesamt gemessenen Masse einer Abgaskomponente, insbesondere der durch einen NO_x -Sensor aufgenommen Emissionen, bestimmt. Der berechneten Kontrollwerts wird durch Berechnen von an der Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage 5 während des Messfensters insgesamt auftretenden Masse der Abgaskomponente, insbesondere der NO_x -Emissionen, bestimmt.

In einer ersten Variante der ersten Ausführungsform wird nach dem Bestimmen des berechneten Kontrollwerts 7 die Abweichung zwischen dem ermittelten und dem berechneten Kontrollwert ermittelt und überprüft, ob die ermittelte Abweichung innerhalb eines vorab definierten Abweichungsbereichs liegt.

Für die Ermittlung der Abweichung zwischen dem ermittelten Kontrollwert und dem berechneten Kontrollwert wird die Abweichung zwischen diesen beiden Kontrollwerte berechnet. Insbesondere erfolgt die Berechnung der Abweichung nach folgender Vorschrift:

$$\text{Abweichung} = \frac{\text{Kontrollwert}_{\text{ermittelt}}}{\text{Kontrollwert}_{\text{berechnet}}}$$

wobei die Abweichung die berechnete Abweichung ist, wobei $\text{Kontrollwert}_{\text{ermittelt}}$ der ermittelte Kontrollwert ist, und wobei $\text{Kontrollwert}_{\text{berechnet}}$ der berechnete Kontrollwert ist.

Falls die berechnete Abweichung innerhalb des Abweichungsbereichs liegt, wird die Dosiermenge des Betriebsstoffs unverändert beibehalten.

Falls die berechnete Abweichung außerhalb des Abweichungsbereichs liegt, wird die Dosiermenge des Betriebsstoffs verändert. Hierbei wird in einem nächsten Schritt des Verfahrens überprüft, ob eine Anpassung der Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus in einem vorangegangenen Messfenster bereits durchgeführt 11 worden ist oder nicht.

Falls noch keine Anpassung der Dosiermenge des Betriebsstoffs erfolgt ist, wird die Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus in einem ersten Schritt erhöht. Dadurch wird in weiterer Folge eine angepasste Dosiermenge in die Abgasnachbehandlungsanlage 5, insbesondere vor dem SCR-Katalysator 2, eingebracht.

Falls eine Anpassung der Dosiermenge des Betriebsstoffs bereits in einem vorangegangenen Messfenster erfolgt ist, wird in einem nächsten Schritt des Verfahrens die Dosiermenge basierend auf einer Entscheidungslogik 13 erhöht oder verringert.

Die Dosiermenge wird gemäß der Entscheidungslogik 13 erhöht und NOx-Schlupf detektiert, falls die berechnete Abweichung des weiteren Messfensters kleiner als die berechnete Abweichung des vorangegangenen Messfensters ist und die Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster gegenüber der Dosiermenge im

Normalbetriebsmodus oder gegenüber einer bereits angepassten Dosiermenge erhöht worden ist.

Die Dosiermenge wird gemäß der Entscheidungslogik 13 verringert und NH_3 -Schlupf detektiert, falls die berechnete Abweichung des weiteren Messfensters größer als die berechnete Abweichung des vorangegangenen Messfensters ist und die Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber einer bereits angepassten Dosiermenge erhöht worden ist.

Die Dosiermenge wird gemäß der Entscheidungslogik 13 erhöht und NO_x -Schlupf detektiert, falls die berechnete Abweichung des weiteren Messfensters größer als die berechnete Abweichung des vorangegangenen Messfensters ist und die Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber einer bereits angepassten Dosiermenge verringert worden ist.

In einer zweiten Variante der ersten Ausführungsform wird nach dem Bestimmen des berechneten Kontrollwerts 7 die Abweichung zwischen dem ermittelten und dem berechneten Kontrollwert ermittelt und überprüft, ob die ermittelte Abweichung innerhalb eines vorab definierten Abweichungsbereichs liegt.

Für die Ermittlung der Abweichung zwischen dem ermittelten Kontrollwert und dem berechneten Kontrollwert werden der ermittelte Kontrollwert und der berechnete Kontrollwert miteinander verglichen. Gemäß dieser Variante wird die Dosiermenge des Betriebsstoffs unverändert beibehalten, wenn der ermittelte Kontrollwert kleiner als der berechnete Kontrollwert ist und dadurch die ermittelte Abweichung innerhalb eines vorab definierten Abweichungsbereichs liegt. Andernfalls wird die Dosiermenge des Betriebsstoffs angepasst, wenn der ermittelte Kontrollwert größer als der berechnete Kontrollwert ist und dadurch die ermittelte Abweichung außerhalb eines vorab definierten Abweichungsbereichs liegt.

Hierbei wird in einem nächsten Schritt des Verfahrens überprüft, ob eine Anpassung der Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus in einem vorangegangenen Messfenster bereits durchgeführt 11 worden ist oder nicht.

Falls noch keine Anpassung der Dosiermenge des Betriebsstoffs erfolgt ist, wird die Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus in einem ersten Schritt erhöht. Dadurch wird in weiterer Folge eine angepasste Dosiermenge in die Abgasnachbehandlungsanlage 5, insbesondere vor dem SCR-Katalysator 2, eingebracht.

Falls eine Anpassung der Dosiermenge des Betriebsstoffs bereits in einem vorangegangenen Messfenster durchgeführt worden ist 11, wird in einem nächsten Schritt des Verfahrens die Dosiermenge basierend auf einer Entscheidungslogik 13 erhöht oder verringert.

Die Dosiermenge wird gemäß der Entscheidungslogik 13 erhöht und NO_x-Schlupf detektiert, falls der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters kleiner ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters und die Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber einer bereits angepassten Dosiermenge erhöht worden ist.

Die Dosiermenge wird gemäß der Entscheidungslogik 13 verringert und NH₃-Schlupf detektiert, falls der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters größer ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters und die Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber einer bereits angepassten Dosiermenge erhöht worden ist.

Die Dosiermenge wird gemäß der Entscheidungslogik 13 erhöht und NO_x-Schlupf detektiert, falls der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters größer ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters und die Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber einer bereits angepassten Dosiermenge verringert worden ist.

Die Dosiermenge wird gemäß der Entscheidungslogik 13 erhöht und NH₃-Schlupf detektiert, falls der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters kleiner ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters und die

Dosiermenge im vorangegangenen Messfenster gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber einer bereits angepassten Dosiermenge verringert worden ist.

Bei beiden Varianten der ersten Ausführungsform ist es vorgesehen, das Verfahren zu wiederholen, nachdem die Dosiermenge beibehalten, erhöht oder verringert worden ist. Dazu wird bei erneutem Durchlauf des Verfahrens ein weiteres Messfenster aufgenommen und ein weiterer ermittelter Kontrollwert und ein weiterer berechneter Kontrollwert bestimmt und die weiteren Verfahrensschritte analog zu dem vorangegangenen Ablauf durchgeführt.

Dadurch ist es möglich, die Dosiermenge an Betriebsstoff bestmöglich einzustellen.

Durch diese beispielhafte Konfiguration können die erfindungsgemäßen Effekte erzielt werden.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die dargestellten Ausführungsformen, sondern umfasst jegliches Verfahren und jegliche Verbrennungskraftmaschine 1 gemäß den nachfolgenden Patentansprüchen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Effizienzverbesserung eines SCR-Systems einer Abgasnachbehandlungsanlage (5) einer Verbrennungskraftmaschine (1), insbesondere unter Berücksichtigung der Querempfindlichkeit eines NO_x-Sensors auf NH₃,
 - wobei vor dem SCR-Katalysator (2) des SCR-Systems, in einem Normalbetriebsmodus, der dem bestimmungsgemäßen Betrieb entspricht, ein Betriebsstoff eindosiert wird,
 - wobei der Betriebsstoff ein Reduktionsmittel enthält oder in ein Reduktionsmittel umsetzbar ist,
 - wobei das Reduktionsmittel zumindest temporär in einem SCR-Katalysator (2) des SCR-Systems gespeichert wird,umfassend folgende Schritte:
 - Betreiben der Verbrennungskraftmaschine (1) in dem Normalbetriebsmodus,
 - Bestimmen eines ermittelten Kontrollwerts (6) durch Ermitteln von an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage (5) während eines ersten Messfensters insgesamt gemessenen Masse einer Abgaskomponente, insbesondere der durch einen NO_x-Sensor (4) aufgenommenen Emission,
 - Bestimmen eines berechneten Kontrollwerts (7) durch Berechnen von an der Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage (5) während des ersten Messfensters insgesamt auftretenden Masse der Abgaskomponente, insbesondere der NO_x-Emissionen,
 - Ermitteln der Abweichung (8) zwischen dem ermittelten Kontrollwert und dem berechneten Kontrollwert,
 - Überprüfen, ob die ermittelte Abweichung in einem vorab definierten Abweichungsbereich liegt,
 - Anpassen der Dosiermenge des Betriebsstoffs, wenn die ermittelte Abweichung außerhalb des Abweichungsbereichs liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - dass mindestens ein weiterer ermittelter Kontrollwert während mindestens eines weiteren Messfensters ermittelt wird,

- dass mindestens ein weiterer berechneter Kontrollwert während des mindestens einen weiteren Messfensters berechnet wird,
 - dass die Abweichung zwischen dem weiteren ermittelten Kontrollwert und dem weiteren berechneten Kontrollwert ermittelt wird,
 - dass überprüft wird, ob die ermittelte Abweichung in dem oder einem vorab definierten Abweichungsbereich liegt,
 - und dass die Dosiermenge des Betriebsstoffs angepasst wird, wenn die ermittelte Abweichung außerhalb des Abweichungsbereichs liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der ermittelten Kontrollwerte aus den Messwerten eines Sensors, insbesondere eines NOx-Sensors (4) nach dem SCR-System, gebildet wird.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die für das Verfahren maßgeblichen Reaktionen des SCR-Systems, insbesondere des SCR-Katalysators (2), zusätzlich zum realen Betrieb in einem kinetischen Modell berechnet werden, wobei das kinetische Modell insbesondere einer mathematischen Abbildung des physikalischen Modells des verwendeten SCR-Systems entspricht.
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass jeder der berechneten Kontrollwerte mit einem Modell, insbesondere mit dem kinetischen Modell, berechnet wird,
 - oder dass jeder der berechneten Kontrollwerte aus einem auf Prüfstandsdaten basierenden Kennfeld berechnet wird.
6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Normalbetriebsmodus einen stationären und/oder einen transienten oder instationären Betrieb der Verbrennungskraftmaschine (1) und/oder der Abgasnachbehandlungsanlage (5) umfasst.
7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass das Ermitteln der Abweichung (8) zwischen dem ermittelten Kontrollwert und dem berechneten Kontrollwert nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$\text{Abweichung} = \frac{\text{Kontrollwert}_{\text{ermittelt}}}{\text{Kontrollwert}_{\text{berechnet}}}$$

- wobei die Abweichung die ermittelte Abweichung ist,
 - wobei $\text{Kontrollwert}_{\text{ermittelt}}$ der ermittelte Kontrollwert ist,
 - und wobei $\text{Kontrollwert}_{\text{berechnet}}$ der berechnete Kontrollwert ist.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass das Ermitteln der Abweichung (8) durch Vergleichen des ermittelten Kontrollwerts mit dem berechneten Kontrollwert erfolgt,
 - wobei die Dosiermenge des Betriebsstoffs unverändert beibehalten wird, wenn der ermittelte Kontrollwert kleiner als der berechnete Kontrollwert ist,
 - und wobei die Dosiermenge des Betriebsstoffs angepasst wird, wenn der ermittelte Kontrollwert größer als der berechnete Kontrollwert ist.
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass jedes Messfenster durch Errechnen der von der Verbrennungskraftmaschine (1) umgesetzten Energiemenge definiert ist, wobei jedes Messfenster an einem Startpunkt beginnt und bei einer bestimmten errechneten Energiemenge an einem Endpunkt endet,
 - oder dass jedes Messfenster durch eine Zeitdauer eines durchgehend stationären Betriebs der Verbrennungskraftmaschine (1) definiert ist, wobei jedes Messfenster beginnt, wenn die Verbrennungskraftmaschine (1) stationär betrieben wird, und endet, bevor die Verbrennungskraftmaschine (1) instationär oder transient betrieben wird und/oder eine vorab definierte Zeitdauer erreicht wurde.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
- dass die von der Verbrennungskraftmaschine (1) umgesetzte Energiemenge aus einem Kennfeld über den Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine bestimmt wird,

- dass die von der Verbrennungskraftmaschine (1) umgesetzte Energiemenge mittels der Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine (1), insbesondere der Motordrehzahl N_{Eng} , und der injizierten Kraftstoffmenge $M_{fFullInj}$ berechnet wird,
- und/oder dass die Errechnung der von der Verbrennungskraftmaschine (1) umgesetzten Energiemenge nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$E_{Eng} = \int P_{wrEng}$$

$$P_{wrEng} = \frac{2 \cdot \pi \cdot N_{Eng} \cdot T_{qEng}}{60 \cdot 1000}$$

- wobei E_{Eng} die von der Verbrennungskraftmaschine (1) umgesetzte Energiemenge während eines Messfensters ist,
 - wobei P_{wrEng} die Motorleistung ist,
 - wobei N_{Eng} die Motordrehzahl ist,
 - und wobei T_{qEng} das Motordrehmoment ist.
11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gültigkeit jedes aufgenommenen Messfensters unter Berücksichtigung mindestens eines Gültigkeitsparameters beurteilt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
- dass das Messfenster als gültig definiert wird, wenn der mindestens eine Gültigkeitsparameter für eine gewisse Dauer während des Messfensters innerhalb eines Gültigkeitsbereichs liegt,
 - und/oder dass das Messfenster als ungültig definiert wird, wenn der mindestens eine Gültigkeitsparameter für eine gewisse Dauer während des Messfensters außerhalb eines Gültigkeitsbereichs liegt,
 - und/oder dass das Messfenster als ungültig definiert wird, wenn eine vorbestimmte Anzahl an Gültigkeitsbereichsüberschreitungen, Gültigkeitsbereichsunterschreitungen und/oder Gültigkeitsbereichsverletzungen überschritten wird.

13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - dass, falls die ermittelte Abweichung des ersten Messfensters außerhalb des Abweichungsbereichs liegt, die Dosiermenge gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus erhöht wird, sodass in weiterer Folge eine angepasste Dosiermenge eindosiert wird.
14. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - dass NO_x-Schlupf detektiert wird,
wenn die ermittelte Abweichung des weiteren Messfensters kleiner ist als die ermittelte Abweichung des vorangegangenen Messfensters
und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge erhöht worden ist,
 - wobei, falls NO_x-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff erhöht wird,
 - oder dass NH₃-Schlupf detektiert wird,
wenn die ermittelte Abweichung des weiteren Messfensters größer ist als die ermittelte Abweichung des vorangegangenen Messfensters
und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge erhöht worden ist,
 - wobei, falls NH₃-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff verringert wird.
15. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - dass NO_x-Schlupf detektiert wird,
wenn die ermittelte Abweichung des weiteren Messfensters größer ist als die ermittelte Abweichung des vorangegangenen Messfensters
und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge verringert worden ist,

- wobei, falls NO_x-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff erhöht wird,
 - dass NH₃-Schlupf detektiert wird,
wenn die ermittelte Abweichung des weiteren Messfensters kleiner ist als die ermittelte Abweichung des vorangegangenen Messfensters
und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge verringert worden ist,
 - wobei, falls NH₃-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff verringert wird.
16. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass NO_x-Schlupf detektiert wird,
wenn der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters kleiner ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters
und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge erhöht worden ist,
 - wobei, falls NO_x-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff erhöht wird,
 - oder dass NH₃-Schlupf detektiert wird,
wenn der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters größer ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters
und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge erhöht worden ist,
 - wobei, falls NH₃-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff verringert wird.
17. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass NO_x-Schlupf detektiert wird,

wenn der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters größer ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge verringert worden ist,

- wobei, falls NO_x-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff erhöht wird,
- dass NH₃-Schlupf detektiert wird,

wenn der weitere ermittelte Kontrollwert des weiteren Messfensters kleiner ist als der ermittelte Kontrollwert des vorangegangenen Messfensters und wenn im vorangegangenen Messfenster die Dosiermenge entweder gegenüber der Dosiermenge im Normalbetriebsmodus oder gegenüber der angepassten Dosiermenge verringert worden ist,

- wobei, falls NH₃-Schlupf detektiert wird, die Dosiermenge an Betriebsstoff verringert wird.

18. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Dosiermenge um einen Adaptionfaktor angepasst wird,
- wobei der Adaptionfaktor ein vorab definierter Wert ist,
- oder wobei der Adaptionfaktor von der ermittelten Abweichung abhängig ist.

19. Verbrennungskraftmaschine (1), umfassend eine Abgasnachbehandlungsanlage (5) mit einem SCR-System, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbrennungskraftmaschine (1) zur Ausführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18 eingerichtet ist.

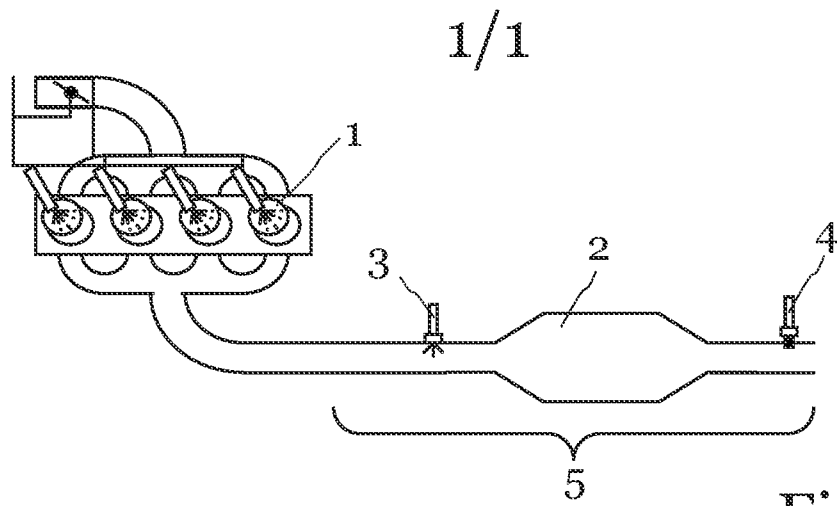


Fig.1

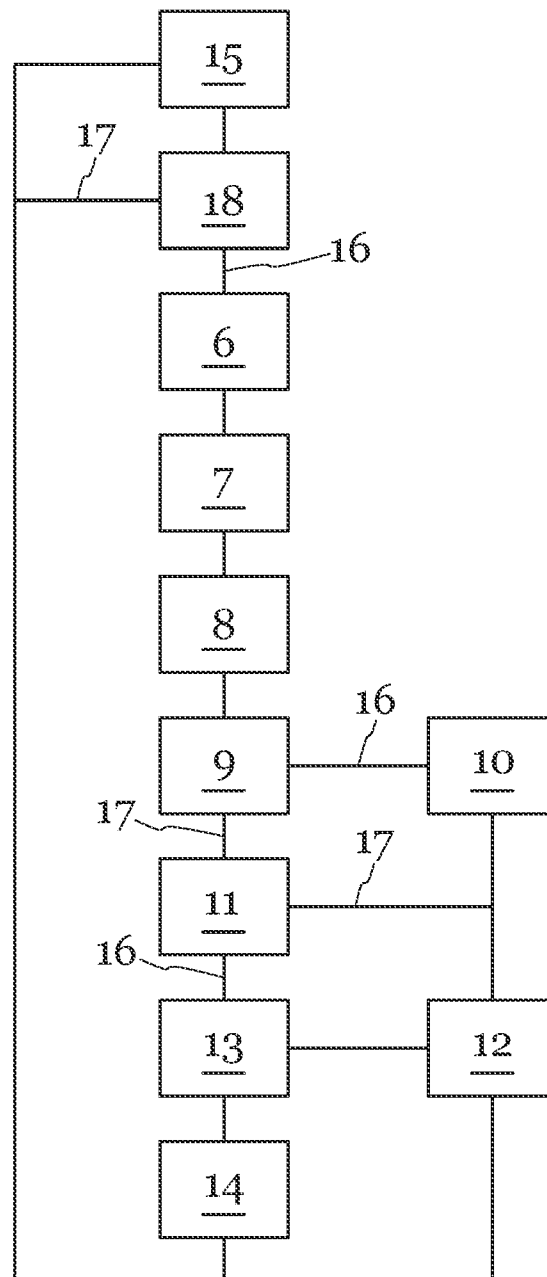


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AT2019/060267

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F01N 3/20**(2006.01)i; **F01N 9/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012060469 A1 (GADY KEVIN ANDREW [US] ET AL) 15 March 2012 (2012-03-15) paragraph [0019] - paragraph [0027]; claims 13, 17; figures 1,2	1-8,11,13,18,19
X	US 2014033682 A1 (SCHWEIZER FRANK [DE]) 06 February 2014 (2014-02-06) paragraph [0050] paragraph [0073] - paragraph [0078]; figures 1,5	1-8,11,13,18,19
X	US 2010028230 A1 (GADY KEVIN ANDREW [US] ET AL) 04 February 2010 (2010-02-04) paragraph [0057] - paragraph [0060] paragraph [0057] - paragraph [0062] line 73 paragraph [0075]; claim 78; figures 1,3	1-8,11,13,18,19
A	EP 2181756 A1 (DELPHI TECHNOLOGIES HOLDING [LU]) 05 May 2010 (2010-05-05) paragraph [0013] - paragraph [0018]; figure 1	1-19



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

27 September 2019

Date of mailing of the international search report

08 October 2019

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

Zebst, Marc

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/AT2019/060267

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2012060469	A1	15 March 2012	CN	102400752	A	04 April 2012
				DE	10201111354	A1	15 March 2012
				US	2012060469	A1	15 March 2012
US	2014033682	A1	06 February 2014	DE	102012221574	A1	06 February 2014
				US	2014033682	A1	06 February 2014
US	2010028230	A1	04 February 2010	CN	101639005	A	03 February 2010
				DE	102009034620	A1	12 May 2010
				US	2010028230	A1	04 February 2010
EP	2181756	A1	05 May 2010	EP	2181756	A1	05 May 2010
				US	2010107609	A1	06 May 2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F01N3/20 F01N9/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F01N

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2012/060469 A1 (GADY KEVIN ANDREW [US] ET AL) 15. März 2012 (2012-03-15) Absatz [0019] - Absatz [0027]; Ansprüche 13, 17; Abbildungen 1,2 -----	1-8,11, 13,18,19
X	US 2014/033682 A1 (SCHWEIZER FRANK [DE]) 6. Februar 2014 (2014-02-06) Absatz [0050] Absatz [0073] - Absatz [0078]; Abbildungen 1,5 -----	1-8,11, 13,18,19
X	US 2010/028230 A1 (GADY KEVIN ANDREW [US] ET AL) 4. Februar 2010 (2010-02-04) Absatz [0057] - Absatz [0060] Absatz [0057] - Absatz [0062] Zeile 73 Absatz [0075]; Anspruch 78; Abbildungen 1,3 -----	1-8,11, 13,18,19
	-/-	

☒ 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 er-
scheinen 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

27. September 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/10/2019

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

Zebst, Marc

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 181 756 A1 (DELPHI TECHNOLOGIES HOLDING [LU]) 5. Mai 2010 (2010-05-05) Absatz [0013] - Absatz [0018]; Abbildung 1 -----	1-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2019/060267

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2012060469	A1	15-03-2012	CN	102400752 A	04-04-2012
			DE	102011111354 A1	15-03-2012
			US	2012060469 A1	15-03-2012

US 2014033682	A1	06-02-2014	DE	102012221574 A1	06-02-2014
			US	2014033682 A1	06-02-2014

US 2010028230	A1	04-02-2010	CN	101639005 A	03-02-2010
			DE	102009034620 A1	12-05-2010
			US	2010028230 A1	04-02-2010

EP 2181756	A1	05-05-2010	EP	2181756 A1	05-05-2010
			US	2010107609 A1	06-05-2010
