

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50068/2018 (51) Int. Cl.: **F01N 11/00** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 25.01.2018 **F01N 3/20** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2019

(56) Entgegenhaltungen:
DE 19646008 A1
DE 19726791 A1
US 2015096287 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Lichtenegger Franz Dipl.Ing.
8511 St. Stefan ob Stainz (AT)
Wabnig Armin Dipl.Ing.
8051 Thal (AT)
Vacher Alexis Dipl.Ing.
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) **Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Abgasnachbehandlungsanlage**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Abgasnachbehandlungsanlage einer Verbrennungskraftmaschine, wobei ein Messfenster durch Errechnen der von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzten Energiemenge bestimmt wird, wobei das Messfenster an einem Startpunkt beginnt und bei einer bestimmten errechneten Energiemenge an einem Endpunkt endet, wobei während des Messfensters an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage die insgesamt auftretende Masse mindestens einer Abgaskomponente bestimmt wird, wobei mindestens ein über die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage aufschlussgebender Kontrollwert unter Einbeziehung der bestimmten Masse der mindestens einen Abgaskomponente ermittelt wird, wobei der mindestens eine Kontrollwert mit mindestens einem Grenzwert verglichen wird, wobei zur Beurteilen der Gültigkeit des aufgenommenen Messfensters mindestens ein Gültigkeitsparameters berücksichtigt wird, wobei gegebenenfalls eine Statusinformation zur Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage ausgegeben und/oder gespeichert wird, und wobei die Schritte für weitere Messfenster wiederholt werden.

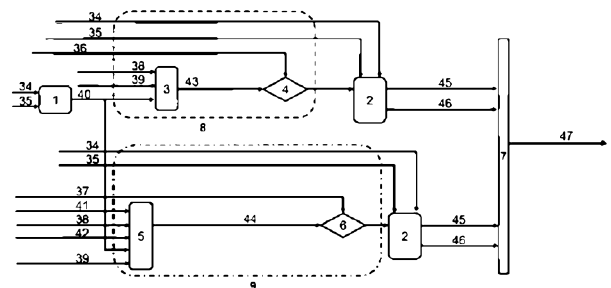


Fig. 3

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Abgasnachbehandlungsanlage einer Verbrennungskraftmaschine, wobei ein Messfenster durch Errechnen der von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzten Energiemenge bestimmt wird, wobei das Messfenster an einem Startpunkt beginnt und bei einer bestimmten errechneten Energiemenge an einem Endpunkt endet, wobei während des Messfensters an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage die insgesamt auftretende Masse mindestens einer Abgaskomponente bestimmt wird, wobei mindestens ein über die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage aufschlussgebender Kontrollwert unter Einbeziehung der bestimmten Masse der mindestens einen Abgaskomponente ermittelt wird, wobei der mindestens eine Kontrollwert mit mindestens einem Grenzwert verglichen wird, wobei zur Beurteilen der Gültigkeit des aufgenommenen Messfensters mindestens ein Gültigkeitsparameters berücksichtigt wird, wobei gegebenenfalls eine Statusinformation zur Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage ausgegeben und/oder gespeichert wird, und wobei die Schritte für weitere Messfenster wiederholt werden.

Fig. 3

Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Abgasnachbehandlungsanlage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs.

Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Verfahren zur Funktionsüberprüfung von Abgasnachbehandlungsanlagen bekannt. Beispielsweise sind Verfahren bekannt, bei denen nach der Erreichung vordefinierter Bedingungen, sogenannten „Enabling Conditions“, Messwerte aufgenommen werden. So beginnt bei derartigen, herkömmlichen Verfahren ein Messfenster, sobald diese Bedingungen erreicht werden. Nachteilig an diesem Verfahren ist aber, dass die Aufnahme von Messwerten sofort abgebrochen wird und das Messfenster endet, wenn die vorab festgelegten Bedingungen auch nur kurzfristig nicht mehr erfüllt sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, ein robustes Verfahren zu schaffen, durch das die Anzahl der gültigen Messfenster erhöht werden kann.

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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Abgasnachbehandlungsanlage einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einer Abgasnachbehandlungskomponente, wie ein SDPF oder ein SCR-Katalysator, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Bestimmen eines Messfensters durch Errechnen der von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzten Energiemenge, wobei das Messfenster an einem Startpunkt beginnt und bei einer bestimmten errechneten Energiemenge an einem Endpunkt endet, Bestimmen der während des Messfensters an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage insgesamt auftretenden Masse mindestens einer Abgaskomponente, Ermitteln mindestens eines Aufschlusses über die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage gebenden Kontrollwerts unter Einbeziehung der bestimmten Masse der mindestens einen Abgaskomponente, Vergleichen des mindestens einen Kontrollwerts mit mindestens einem Grenzwert, Beurteilen der Gültigkeit des aufgenommenen Messfensters unter Berücksichtigung mindestens eines Gültigkeitsparameters, gegebenenfalls Ausgeben und/oder Speichern einer Statusinformation zur Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage, Wiederholen der Schritte für weitere Messfenster, die sequentiell aneinandergereiht sind und

dadurch eine erste Messfensterreihe bilden, wobei der Startpunkt des weiteren Messfensters der ersten Messfensterreihe insbesondere dem Endpunkt des vorhergehenden Messfensters der ersten Messfensterreihe entspricht.

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 Fensterlänge integriert werden. Sobald die vorab festgelegte Energiemenge erreicht ist, kann das Messfenster an einem Endpunkt enden. Die Messfensterlänge kann somit einer vorgegebenen Energiemenge entsprechen.

Während des Messfensters kann an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage die insgesamt auftretende Masse mindestens einer Abgaskomponente bestimmt oder ermittelt werden. Unter einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage wird im Rahmen der vorliegenden Offenbarung eine Position nach dem Motor der Verbrennungskraftmaschine verstanden.

Zur Ermittlung mindestens eines Kontrollwerts kann die bestimmte Masse mindestens einer Abgaskomponente einbezogen werden. Das heißt, dass gegebenenfalls mindestens ein Kontrollwert aus aufgenommenen Werten, insbesondere Messwerten und/oder bestimmten Massen errechnet wird, welcher Aufschluss über die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage erlaubt und/oder gibt. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass ein Kontrollwert mehrere aufgenommene Werte, insbesondere mehrere Messwerte, und/oder eine bestimmte Masse an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage miteinbezieht.

In weiterer Folge kann der mindestens eine Kontrollwert mit mindestens einem Grenzwert verglichen werden. Der Grenzwert kann ein vorab festgelegter Wert sein. Insbesondere wird der Grenzwert aus einem für die Verbrennungskraftmaschine charakteristischen Kennfeld bestimmt. Dieser bestimmte Kennfeld-Grenzwert kann anschließend gegebenenfalls mit Korrekturfaktoren multipliziert werden. Durch den Vergleich des Kontrollwerts mit dem Grenzwert kann eine Aussage über die Funktionstüchtigkeit der Abgasnachbehandlungsanlage getroffen werden. Je nach

Kontrollwert und Grenzwert kann eine Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig beurteilt werden, wenn der Kontrollwert über oder unter dem Grenzwert liegt.

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

Gegebenenfalls wird in einem weiteren Schritt die Statusinformation zur Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage ausgegeben und/oder gespeichert. Falls die Abgasnachbehandlungsanlage als „nicht funktionstüchtig“ beurteilt wird, kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Statusinformation durch Einschalten der MIL-Lampe („Malfunction Indicator Light – Motorkontrollleuchte“) erfolgt. Dadurch kann der Lenker des Kraftfahrzeuges über die Funktionstüchtigkeit der Abgasnachbehandlungsanlage informiert werden. Gegebenenfalls kann die Statusinformation auch in einem Speicher-System der Verbrennungskraftmaschine und/oder eines Kraftfahrzeugs abgespeichert werden.

Sobald das erste Messfenster seinen Endpunkt erreicht, kann gegebenenfalls ein, insbesondere an das erste Messfenster anschließendes, weiteres Messfenster aufgenommen werden. Hierzu können die Schritte des Verfahrens wiederholt werden. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die erste und gegebenenfalls weitere Messfensterreihen durch die sequentiell aneinandergereihten Messfenster gebildet wird und/oder werden. Die Startpunkte des weiteren Messfensters der ersten Messfensterreihe entsprechen insbesondere den Endpunkten des vorhergegangenen Messfensters der ersten Messfensterreihe. Das heißt beispielsweise, dass der Startpunkt des zweiten Messfensters der ersten Messfensterreihe dem Endpunkt des ersten Messfensters der ersten Messfensterreihe entspricht.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Verfahrensschritte des Verfahrens so wie vorhergehend beschrieben, aufeinanderfolgen.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine zweite Messfensterreihe gebildet wird, deren Messfenster um einen bestimmten Versatzwert, insbesondere um eine bestimmte Energiemenge, gegenüber der ersten Messfensterreihe, insbesondere gegenüber den Messfenstern der ersten Messfensterreihe, versetzt sind.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine zweite Messfensterreihe gebildet wird, die um einen bestimmten Versatzwert zu den Messfenstern der ersten Messfensterreihe versetzt ist und die gegebenenfalls sequentiell aneinandergereihte Messfenster aufweist. Das heißt beispielsweise, dass das erste Messfenster der zweiten Messfensterreihe einen Startpunkt aufweist, der um einen bestimmten Versatzwert gegenüber dem Startpunkt des ersten Messfensters der ersten Messfensterreihe verschoben ist. Der Versatzwert entspricht bevorzugt einer bestimmten Energiemenge.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass mindestens eine weitere Messfensterreihe gebildet wird, deren Messfenster um einen bestimmten Versatzwert, insbesondere um eine bestimmte Energiemenge, gegenüber einer anderen Messfensterreihe, insbesondere gegenüber den Messfenstern einer anderen Messfensterreihe, versetzt sind.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine weitere Messfensterreihe gebildet wird, die um einen bestimmten Versatzwert zu den Messfenstern einer anderen Messfensterreihe versetzt ist und die gegebenenfalls sequentiell aneinandergereihte Messfenster umfasst. Das heißt beispielsweise, dass der Startpunkt des ersten Messfensters einer weiteren Messfensterreihe um den Versatzwert zu dem Startpunkt des ersten Messfensters einer anderen, insbesondere der vorhergehenden, Messfensterreihe versetzt ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass alle Messfenster einer Messfensterreihe oder alle Messfenster aller Messfensterreihen durch dieselbe Energiemenge definiert sind.

Insbesondere kann dadurch festgelegt sein, dass die Längen der Messfenster, die sogenannten Messfensterlängen, einer Messfensterreihe oder aller Messfensterreihen im Wesentlichen gleich sind.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Längen der Messfenster einer Messfensterreihe unterschiedlich sind und/oder durch unterschiedliche vorab definierte Energiemengen bestimmt sind.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Längen der Messfenster einer Messfensterreihe im Wesentlichen gleich sind, aber die Längen der Messfenster einer anderen Messfensterreihe unterschiedlich sind. Das heißt, dass die Messfensterlängen

unterschiedlicher Messfensterreihen durch unterschiedliche vorab definierte Energiemengen bestimmt sind.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Startpunkte der Messfenster einer Messfensterreihe gegenüber den Startpunkten der Messfenster einer anderen Messfensterreihe um den, insbesondere gleichen, Versatzwert versetzt sind, und/oder dass die Startpunkte der Messfenster aller Messfensterreihen gegenüber den Startpunkten der Messfenster aller anderer Messfensterreihen um die jeweiligen Versatzwerte versetzt sind.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Bestimmen des Versatzwerts und/oder der Versatzwerte V_w nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$V_w = \frac{EEng}{n}$$

wobei V_w der Versatzwert ist, wobei $EEng$ die umgesetzte Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere die Energiemenge eines Messfensters, ist und wobei n die Anzahl der Messfensterreihen ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Versatzwert $1/n$ der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, entspricht, wobei n die Anzahl der Messfensterreihen ist, oder dass der Versatzwert insbesondere $1/2$ der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, bei 2 Messfensterreihen entspricht, oder dass der Versatzwert insbesondere $1/3$ der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, bei 3 Messfensterreihen entspricht, oder dass der Versatzwert insbesondere $1/4$ der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, bei 4 Messfensterreihen entspricht, oder dass der Versatzwert insbesondere $1/5$ der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, bei 5 Messfensterreihen entspricht, oder dass der Versatzwert insbesondere $1/6$ der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, bei 6 Messfensterreihen entspricht, oder dass der Versatzwert

insbesondere 1/7 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, bei 7 Messfensterreihen entspricht, oder dass der Versatzwert insbesondere 1/8 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, bei 8 Messfensterreihen entspricht, oder dass der Versatzwert insbesondere 1/9 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, bei 9 Messfensterreihen entspricht, oder dass der Versatzwert insbesondere 1/10 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, bei 10 Messfensterreihen entspricht.

Der Versatzwert kann insbesondere durch eine umgesetzte Energiemenge definiert sein. Bevorzugt entspricht der Versatzwert einem Bruchteil der zur Bestimmung der Messfensterlänge festgelegten umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine. Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Versatzwert einen Wert aufweist, welcher im Bereich der Hälfte der umgesetzten Energiemenge bis 1/10 der umgesetzten Energiemenge liegt.

Insbesondere ist vorgesehen, dass der Versatzwert der Hälfte der umgesetzten Energiemenge entspricht, wenn zwei Messfensterreihen aufgenommen werden. Das heißt insbesondere, dass die Startpunkte der Messfenster der zweiten Messfensterreihe um die Hälfte der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine während eines Messfensters, insbesondere der die Messfensterlänge bestimmenden Energiemenge, gegenüber den Startpunkten der Messfenster der ersten Messfensterreihe versetzt sind.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzte Energiemenge mittels der Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der Motordrehzahl, $NEng$ und der injizierten Kraftstoffmenge $MfFullInj$ 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.

Bevorzugt wird die umgesetzte Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine kontinuierlich berechnet und/oder aufgenommen. Zur Bestimmung der Messfensterlänge kann die errechnete und/oder aufgenommene umgesetzte Energiemenge und/oder Motorleistung, insbesondere während eines Messfensters, integriert werden. Beispielsweise beginnt ein Messfenster an einem Startpunkt und endet nach dem Erreichen einer bestimmten vorab definierten umgesetzten Energiemenge an einem Endpunkt. Das heißt beispielsweise, dass das Messfenster endet, sobald eine vorab bestimmte Energiemenge von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzt worden ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass für die Bestimmung der insgesamt auftretenden Masse einer Abgaskomponente während des Messfensters, Messwerte von mindestens einem Sensor, insbesondere Messwerte mindestens eines NO_x-Sensors und der Abgasvolumenstrom, verwendet werden, und dass der mindestens eine Sensor im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage, insbesondere vor dem SCR-System und/oder nach dem SCR-System, angeordnet ist.

Für die Bestimmung der insgesamt auftretenden Masse mindestens einer Abgaskomponente während des Messfensters können Messwerte von Sensoren und/oder Daten herangezogen werden. Bevorzugt werden die Messwerte mindestens eines NO_x-Sensors und der Abgasvolumenstrom zur Ermittlung der insgesamt auftretenden Masse einer Abgaskomponente verwendet. Der mindestens eine Sensor kann im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage angeordnet sein. Die verschiedenen Daten können insbesondere Motordaten wie insbesondere die Einspritzmenge, die Luftmenge oder dergleichen, und/oder aus Motordaten berechnete Werte sein.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Bestimmung der insgesamt auftretenden Masse einer Abgaskomponente während des Messfensters an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$M_{win_i} = \int Mf_i$$

$$Mf_i = \frac{Conc_i \cdot MfExh \cdot Mmol_i}{10^6 \cdot MmolExhGas}$$

wobei M_{win_i} die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente i während des Messfensters ist, wobei Mf_i der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente i ist, wobei $Conc_i$ die Konzentration, der Abgaskomponente i im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases ist, wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases ist, wobei $Mmol_i$ die molare Masse der Abgaskomponente i ist, und wobei $MmolExhGas$ die molare Masse des Abgases ist.

Zur Ermittlung des Massenstroms bzw. des Massenflusses der mindestens einen Abgaskomponente werden bevorzugt die Konzentration der mindestens einen Abgaskomponente im Abgasvolumenstrom, der Abgasvolumenstrom, die molare Masse der mindestens einen Abgaskomponente und die molare Masse des Abgases, herangezogen. Um die insgesamt auftretende Masse mindestens einer Abgaskomponente zu bestimmen, wird bevorzugt der ermittelte Massenstrom bzw. Massenfluss über die Messfensterlänge integriert.

Bevorzugt wird die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx durch die Berechnung des Massenstroms bzw. des Massenflusses der Abgaskomponenten NO und $NO2$ ermittelt und bevorzugt wie nachfolgend dargestellt berechnet:

$$M_{win_Nox} = \int Mf_{NOx}$$

$$Mf_{NOx} = \frac{Conc_{NO} \cdot MfExh \cdot Mmol_{NO}}{10^6 \cdot MmolExhGas} +$$

$$\frac{Conc_{NO2} \cdot MfExh \cdot Mmol_{NO2}}{10^6 \cdot MmolExhGas}$$

wobei M_{win_NOx} die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx während des Messfensters ist, wobei Mf_{NOx} der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente NOx ist, wobei $Conc_{NO}$ die Konzentration der Abgaskomponente NO im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases ist, wobei $Conc_{NO2}$ die Konzentration der Abgaskomponente $NO2$ im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases ist, wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases ist, wobei $Mmol_{NO}$ die molare Masse der Abgaskomponente NO ist,

wobei M_{mol_NO2} die molare Masse der Abgaskomponente NO_2 ist, und wobei $M_{molExhGas}$ die molare Masse des Abgases ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Ermittlung eines Kontrollwerts $Kontroll_{SCR\ Eff}$, welcher einen Aufschluss über die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage erlaubt, nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$NOxEff\ sensor = 1 - \frac{M_{win_NOx_dwsSCR}}{M_{win_NOx_usSCR}}$$

$$NOxEff\ model = 1 - \frac{M_{win_NOx_dwsSCR_model}}{M_{win_NOx_usSCR}}$$

$$Kontroll_{SCR\ Eff} = \frac{NOxEff\ model}{NOxEff\ sensor}$$

wobei $NOxEff\ sensor$ die aus den Messwerten berechnete NOx -Umsetzungsrate bzw. der aus Messwerten bestimmte Effizienzwert des SCR-Systems während des Messfensters ist, wobei $M_{win_NOx_dwsSCR}$ die während des Messfensters aus Messwerten bestimmte, insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, welche gegebenenfalls nach folgender Vorschrift bestimmt wird:

$$M_{win_NOx_dwsSCR} = \int Mf_NOx_dwsSCR$$

$$Mf_NOx_dwsSCR = \frac{Conc_NO_dwsSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO}{10^6 \cdot MmolExhGas} +$$

$$\frac{Conc_NO_2_dwsSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO_2}{10^6 \cdot MmolExhGas}$$

wobei $M_{win_NOx_dwsSCR}$ die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System während des Messfensters ist, wobei Mf_NOx_dwsSCR der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Conc_NO_dwsSCR$ die Konzentration der Abgaskomponente NO im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Conc_NO_2_dwsSCR$ die Konzentration der Abgaskomponente NO_2 im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Mmol_NO$ die molare Masse der

Abgaskomponente NO ist, wobei $Mmol_NO2$ die molare Masse der Abgaskomponente $NO2$ ist, wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases ist, wobei $MmolExhGas$ die molare Masse des Abgases ist,

wobei $M_win_NOx_usSCR$ die während des Messfensters aus Messwerten bestimmte, insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx vor dem Eintritt in das SCR-System ist, welche gegebenenfalls nach folgender Vorschrift bestimmt wird:

$$M_win_NOx_usSCR = \int Mf_NOx_usSCR$$

$$Mf_NOx_usSCR = \frac{Conc_NO_usSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO}{10^6 \cdot MmolExhGas} +$$

$$\frac{Conc_NO2_usSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO2}{10^6 \cdot MmolExhGas}$$

wobei $M_win_NOx_usSCR$ die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx vor dem Eintritt in das SCR-System während des Messfensters ist, wobei Mf_NOx_usSCR der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente NOx vor dem Eintritt in das SCR-System ist, wobei $Conc_NO$ die Konzentration der Abgaskomponente NO im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases vor dem Eintritt in das SCR-System ist, wobei $Conc_NO2$ die Konzentration der Abgaskomponente $NO2$ im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases vor dem Eintritt in das SCR-System ist, wobei $Mmol_NO$ die molare Masse der Abgaskomponente NO ist, wobei $Mmol_NO2$ die molare Masse der Abgaskomponente $NO2$ ist, wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases ist, wobei $MmolExhGas$ die molare Masse des Abgases ist, wobei $NOxEff\ model$ die modellierte NOx -Umsetzungsrate bzw. der modellierte Effizienzwert des SCR-Systems während des Messfensters ist,

wobei $M_win_NOx_dwsSCR_model$ die während des Messfensters modellierte, insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, und wobei $Kontroll_{SCR\ Eff}$ der Kontrollwert ist, welcher auf den ermittelten Effizienzwerten basiert.

Bevorzugt wird für die Berechnung des Kontrollwerts $Kontroll_{SCR\ Eff}$ die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx nach und vor dem SCR-System

herangezogen. Dabei werden bevorzugt die auftretenden Massen der mindestens einen Abgaskomponente einerseits basierend auf aufgenommenen Messwerten und andererseits basierend auf modellierten Werten, ermittelt. Die modellierten Werte können beispielsweise mit einem Katalysatormodell, welches die ablaufenden Reaktionen berechnet, ermittelt werden. Beispielsweise ist es aber auch möglich, dass die modellierten Werte mit einfachen Modellgleichungen bestimmt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Offenbarung wird die Konzentration von NO und die Konzentration von NO_2 aus dem berechneten Verhältnis von NO zu NO_2 und der gemessenen Konzentration von NO_x ermittelt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Ermittlung eines Kontrollwerts $Kontroll_{NO_x dws}$, welcher einen Aufschluss über die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage erlaubt, nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$Kontroll_{NO_x dws} = \int Mf_{NO_x dwsSCR}$$

$$Mf_{NO_x dwsSCR} = \frac{Conc_{NO dwsSCR} \cdot MfExh \cdot Mmol_{NO}}{10^6 \cdot MmolExhGas} +$$

$$\frac{Conc_{NO_2 dwsSCR} \cdot MfExh \cdot Mmol_{NO_2}}{10^6 \cdot MmolExhGas}$$

wobei $Mf_{NO_x dwsSCR}$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente NO_x nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Conc_{NO dwsSCR}$ die Konzentration der Abgaskomponente NO im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Conc_{NO_2 dwsSCR}$ die Konzentration der Abgaskomponente NO_2 im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Mmol_{NO}$ die molare Masse der Abgaskomponente NO ist, wobei $Mmol_{NO_2}$ die molare Masse der Abgaskomponente NO_2 ist, wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases ist, wobei $MmolExhGas$ die molare Masse des Abgases ist, und wobei $Kontroll_{NO_x dws}$ der Kontrollwert ist, welcher auf der aus Messwerten bestimmten insgesamt auftretenden Masse der Abgaskomponente NO_x nach dem Austritt aus dem SCR-System basiert.

Bevorzugt wird für die Berechnung des Kontrollwerts $Kontroll_{NOx\ dws}$ die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx herangezogen. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zur Ermittlung der insgesamt auftretenden Masse der Abgaskomponente NOx während eines Messfensters die insgesamt auftretenden Massen der Abgaskomponenten NO und NO_2 während des Messfensters herangezogen werden.

Gegebenenfalls weist der Kontrollwert die Einheit mg/kWh auf. In diesem Fall kann die für die Berechnung des Kontrollwertes herangezogene NOx Masse nach dem SCR-System auf die Energiemenge des Messfensters bezogen sein.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zum Vergleich des Kontrollwerts $Kontroll_{SCR\ Eff}$ ein Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ herangezogen wird, wobei der Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ ein vorab festgelegter Effizienzwert der Abgasnachbehandlungsanlage und/oder ein vorab festgelegter Effizienzwert einer Abgasnachbehandlungskomponente, insbesondere eines SCR-Systems, ist, und/oder dass zum Vergleich des Kontrollwerts $Kontroll_{NOx\ dws}$ ein Grenzwert $Limit_{NOx\ dws}$ herangezogen wird, wobei der Grenzwert $Limit_{NOx\ dws}$ eine vorab festgelegte, insgesamt auftretende Masse einer Abgaskomponente, insbesondere die insgesamt auftretende Masse an NOx nach der letzten Abgaskomponente, insbesondere dem SCR-System, der Abgasnachbehandlungsanlage, ist.

Zur Beurteilung der Funktionstüchtigkeit der Abgasnachbehandlungsanlage können Grenzwerte herangezogen werden. Diese Grenzwerte sind bevorzugt ein vorab festgelegter Effizienzwert der Abgasnachbehandlungsanlage, ein vorab festgelegter Effizienzwert einer Abgasnachbehandlungskomponente und/oder eine vorab festgelegte, insgesamt auftretende Masse einer Abgaskomponente an einer bestimmten Stelle der Abgasnachbehandlungsanlage.

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 Gültigkeitsbereichüberschreitungen, Gültigkeitsbereichunterschreitungen und/oder Gültigkeitsbereichverletzungen überschritten wird.

Als Gültigkeitsparameter können beispielsweise Parameter wie die Motordrehzahl, die eingebrachte Kraftstoffmenge, das Motordrehmoment, die berechnete Motorleistung oder dergleichen herangezogen werden. Das Messfenster kann beispielsweise ungültig sein, wenn die berechnete Motorleistung 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 vorab bestimmten Gültigkeitsbereichverletzungen, Gültigkeitsbereichüberschreitungen und/oder Gültigkeitsbereichunterschreitungen überschritten wurde. Gegebenenfalls ist definiert, dass falls ein Gültigkeitsparameter während eines Messfenster den Gültigkeitsbereich unter bzw. überschreiten eine Gültigkeitsbereichsverletzung vorliegt.

Gegebenenfalls können als Gültigkeitsparameter auch die gemittelte SCR-Katalysator-Temperatur, die gespeicherte Menge Reduktionsmittel, insbesondere die gespeicherte Menge an NH_3 , im SCR-Katalysator und/oder im SCR-Modell, der Massenfluss von Reduktionsmittel, insbesondere der Massenfluss von NH_3 , die NO_x -Konzentration vor dem SCR-System, insbesondere die NO_x -Konzentration vor dem SCR-Katalysator, der der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases, die Temperatur vor dem SCR-System, insbesondere die Temperatur vor dem SCR-Katalysator, der Umgebungsdruck, die Umgebungstemperatur und/oder dergleichen herangezogen werden.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig definiert wird, wenn der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ über dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ liegt und das Messfenster als gültig definiert wird, und/oder dass die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig definiert wird, wenn der Kontrollwert $Kontroll_{NOx\ dws}$ unter dem Grenzwert $Limit_{NOx\ dws}$ liegt und das Messfenster als gültig definiert wird.

Bevorzugt wird die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig eingestuft, wenn der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ über dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ liegt und das Messfenster als gültig beurteilt wird. Insbesondere heißt das, dass, falls die Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig eingestuft wird, die Effizienz der Abgaskomponente SCR über der Grenz-Effizienz der Abgaskomponente SCR liegt und somit die Abgaskomponente NO_x ausreichend vermindert wird. Bevorzugt muss der mindestens eine Gültigkeitsparameter auch für die vorab bestimmte Dauer in dem Gültigkeitsbereich liegen.

Bevorzugt wird die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig eingestuft, wenn der Kontrollwert $Kontroll_{NO_x\ dws}$ unter dem Grenzwert $Limit_{NO_x\ dws}$ liegt und das Messfenster als gültig definiert wird. Insbesondere heißt das, dass, falls die Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig eingestuft wird, die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NO_x nach der Abgaskomponente SCR unter dem vorab definierten Grenzwert liegt und der mindestens eine Gültigkeitsparameter auch für die vorab bestimmte Dauer in dem Gültigkeitsbereich liegt.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Funktionstüchtigkeit der Abgasnachbehandlungsanlage ausgegeben und/oder gespeichert wird, wenn der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ über oder unter dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ liegt und das Messfenster als gültig definiert wird, und/oder wenn der Kontrollwert $Kontroll_{NO_x\ dws}$ über oder unter dem Grenzwert $Limit_{NO_x\ dws}$ liegt und das Messfenster als gültig definiert wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig beurteilt wird, wenn das Messfenster als gültig definiert wird und der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ über dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ liegt, wodurch die sogenannte Diagnose-Effizienzfunktion erfüllt ist, oder der Kontrollwert $Kontroll_{NO_x\ dws}$ unter dem Grenzwert $Limit_{NO_x\ dws}$ liegt, wodurch die sogenannte Diagnose-Mengenfunktion erfüllt ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig beurteilt wird, wenn das Messfenster als gültig definiert wird und der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ über dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ liegt, wodurch die sogenannte Diagnose-Effizienzfunktion erfüllt ist, und der Kontrollwert $Kontroll_{NO_x\ dws}$

unter dem Grenzwert $Limit_{NOx\ dws}$ liegt, wodurch die sogenannte Diagnose-Mengenfunktion erfüllt ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage als nicht funktionstüchtig eingestuft wird und/oder die Statusinformation ausgegeben und/oder gespeichert wird, wenn eine der beiden Diagnose-Funktionen nicht erfüllt ist.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage nur dann als nicht funktionstüchtig eingestuft wird und/oder die Statusinformation nur dann ausgegeben und/oder gespeichert wird, wenn beide Diagnose-Funktionen nicht erfüllt sind.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Abgasnachbehandlungsanlage nur dann als funktionstüchtig eingestuft wird und/oder die Statusinformation nur dann ausgegeben und/oder gespeichert wird, wenn beide Diagnose-Funktionen erfüllt sind.

Gegebenenfalls werden mehrere Messfenster zur Beurteilung der Funktionstüchtigkeit der Abgasnachbehandlungsanlage herangezogen. Es kann vorgesehen sein, dass nur wenn eine Diagnose-Funktion und/oder beide Diagnose-Funktionen für eine vorbestimmte Anzahl auf hintereinander folgenden Messfenster dasselbe Ergebnis bezüglich der Funktionstüchtigkeit liefern, die Funktionstüchtigkeit ausgegeben und/oder gespeichert wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass für die Beurteilung der Funktionstüchtigkeit der Abgasnachbehandlungsanlage die unterschiedlichen Diagnose-Funktionen für unterschiedliche Verbrennungskraftmaschinen unterschiedlich eingesetzt werden können. Insbesondere können die Diagnose-Funktionen gezielt in verschiedenen Betriebsbereichen eingesetzt werden. Dadurch kann die Robustheit bzw. die Stabilität des Verfahrens gegebenenfalls erhöht werden. Ferner kann dadurch die Anzahl an gültigen Messfenstern erhöht werden.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass bei Verbrennungskraftmaschinen, welche nach dem Motor eine hohe Konzentration der Abgaskomponente NOx aufweisen, nur die Diagnose-Mengenfunktion zur Beurteilung der Funktionstüchtigkeit der Abgasnachbehandlungsanlage herangezogen wird. Für die Beurteilung der Funktionstüchtigkeit kann somit die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx vor der Abgasanlage und/oder vor der Abgaskomponente,

insbesondere vor dem SCR System, vernachlässigt werden, da nur die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente nach der Abgasanlage und/oder nach der Abgaskomponente benötigt wird.

Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Statusinformation zur Funktion der Abgasmachbehandlungsanlage mittels einer MIL-Lampe „Malfunction Indicator Light – Motorkontrollleuchte“ eines Fahrzeuges ausgegeben wird, wodurch der Fahrer über den Status der Funktionstüchtigkeit der Abgasmachbehandlungsanlage informiert wird.

Die Erfindung wird nun am Beispiel exemplarischer, nicht ausschließlicher, Ausführungsbeispiele weiter erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer, insbesondere ersten, Messfensterreihe,

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung von drei Messfensterreihen, und

Fig. 3 zeigt eine schematische grafische Darstellung eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Wenn nicht anders angegeben entsprechen die Bezugszeichen folgende Verfahrensschritte oder Komponenten: Energiemengenberechnung 1, Gültigkeitsprüfung 2, Kontrollwertermittlung Kontroll_NOx dws 3, Kontrollwert-Vergleich NOx dws 4, Kontrollwertermittlung Kontroll_SCR Eff 5, Kontrollwert-Vergleich SCR Eff 6, Kombinationslogik 7, Diagnose-Mengenfunktion 8 und Diagnose-Effizienzfunktion 9, erste Messfenster 10, zweite Messfenster 11, dritte Messfenster 12, weitere Messfenster 13, Startpunkt des ersten Messfensters 14, Endpunkt des ersten Messfensters und Startpunkt des zweiten Messfensters 15, Endpunkt des zweiten Messfensters und Startpunkt des dritten Messfensters 16, Endpunkt des dritten Messfensters und Startpunkt des weiteren Messfensters 17, Energiemenge in Kilowattstunden 18, Messfensteranzahl n 19, Energiemenge eines Messfensters EEng 20, Versatzwert Vw 21, erste Messfenster der ersten Messfensterreihe 22, zweite Messfenster der ersten Messfensterreihe 23, dritte Messfenster der ersten Messfensterreihe 24, weitere Messfenster der ersten Messfensterreihe 25, erste Messfenster der zweiten Messfensterreihe 26, zweite Messfenster der zweiten Messfensterreihe 27, dritte Messfenster der zweiten Messfensterreihe 28, weitere Messfenster der zweiten Messfensterreihe 29, erste Messfenster der dritten

Messfensterreihe 30, zweite Messfenster der dritten Messfensterreihe 31, dritte Messfenster der dritten Messfensterreihe 32, weitere Messfenster der dritten Messfensterreihe 33, Motordrehzahl N_{Eng} 34, injizierten Kraftstoffmenge $Mf_{FullInj}$ 35, Grenzwert $Limit_{NOx_{dws}}$ 36, Grenzwert $Limit_{SCR_{Eff}}$ 37, Konzentration der Abgaskomponente NOx im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases $Conc_{NOx_{dwsSCR}}$ 38, Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases Mf_{Exh} 39, Konzentration der Abgaskomponente NOx 40 im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases vor dem Eintritt in das SCR-System ist $Conc_{NOx_{usSCR}}$ 41, Modellierte Konzentration der Abgaskomponente NOx im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Eintritt in das SCR-System ist $Conc_{NOx_{dwsSCR_{model}}}$ 42, Kontrollwerts $Kontroll_{NOx_{dws}}$ 43, Kontrollwert $Kontroll_{SCR_{Eff}}$ 44, Funktionstüchtig 45, Nicht Funktionstüchtig 46, Ausgabe und/oder Speicherung einer Statusinformation 47.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Messfensterreihe, wobei die Messfenster 10, 11, 12, 13 sequenziell aneinandergereiht sind. Die Messfenster 10, 11, 12, 13 dieser Messfensterreihe beginnen an einem Startpunkt 14, 15, 16, 17 und enden an einem Endpunkt 15, 16, 17, sobald eine vorab festgelegte Energiemenge 20 von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzt worden ist. Das heißt, dass in dieser Ausführungsform die Startpunkte 15, 16, 17 der nachfolgenden Messfenster im Wesentlichen den Endpunkten 15, 16, 17 der vorhergehenden Messfenster entsprechen.

Auf der y-Achse ist die Anzahl der Messfensterreihen 19 und auf der x-Achse die Energiemenge in Kilowattstunden 18 aufgetragen. In dieser Ausführungsform entspricht jedes Messfensters 10, 11, 12, 13 einer gewissen umgesetzten Energiemenge 20 der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere des Motors der Verbrennungskraftmaschine. Die Messfenster 10, 11, 12, 13 der ersten Messfensterreihe sind im Wesentlichen durch dieselbe Energiemenge 20 definiert.

In dieser Ausführungsform wird die umgesetzte Energiemenge 20 der Verbrennungskraftmaschine während des Messfensters kontinuierlich berechnet bzw. bestimmt, um den Endpunkt des Messfensters 15, 16, 17 ermitteln zu können. Die umgesetzte Energiemenge 20 der Verbrennungskraftmaschine wird in dieser Ausführungsform durch Einbeziehung der Motordrehzahl, der Motorleistung und dem Motordrehmoment ermittelt.

Während des ersten Messfensters 10, insbesondere zwischen dem Startpunkt 14 und dem Endpunkt 15 des Messfensters, wird an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage die insgesamt auftretende Masse mindestens einer Abgaskomponente bestimmt. Für die Bestimmung der insgesamt auftretenden Masse einer Abgaskomponente können die Messwerte von mindestens einem Sensor und/oder andere Daten herangezogen werden. In dieser Ausführungsform werden beispielsweise für die Bestimmung der insgesamt auftretenden Masse der Abgaskomponente NO_x die Messwerte von NO_x-Sensoren und der Abgasvolumenstrom herangezogen.

Überdies wird während des ersten Messfensters 10 ein Kontrollwert unter Einbeziehung der bestimmten Masse der mindestens einen Abgaskomponente ermittelt.

Anschließend wird während des ersten Messfensters der Kontrollwert mit mindestens einem Grenzwert verglichen und danach die Gültigkeit des ersten Messfensters, des aufgenommenen Messfensters, unter Berücksichtigung mindestens eines Gültigkeitsparameters beurteilt.

Nach diesem Schritt wird eine Statusinformation zur Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage ausgegeben und/oder gespeichert 47.

Nachdem die vorab festgelegte Energiemenge 20 von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzt wurde, endet das erste Messfenster 10 an seinem Endpunkt 15. In dieser Ausführungsform beginnt das zweite Messfenster 11 am Endpunkt des ersten Messfensters 15, das dritte Messfenster 12 am Endpunkt des zweiten Messfensters 16 und jedes weitere Messfenster 13 am Endpunkt des vorhergehenden Messfensters 17.

Während jedes Messfensters 10, 11, 12, 13 werden gemäß dieser Ausführungsform Verfahrensschritte, analog zu den Verfahrensschritten des ersten Messfensters 10, wiederholt.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung von drei Messfensterreihen. Auf der x-Achse ist die Energiemenge in Kilowattstunden 18 und auf der y-Achse ist die Anzahl der Messfensterreihen 19 aufgetragen.

Die Messfenster der jeweiligen Messfensterreihe 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 sind sequenziell aneinandergereiht. Alle Messfenster aller Messfensterreihen 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 sind in dieser Ausführungsform durch dieselbe

Energiemenge 20 definiert. Gemäß einer nicht dargestellten Ausführungsform können die Messfenster unterschiedlicher Messfensterreihen oder die Messfenster einer Messfensterreihe durch unterschiedliche Energiemengen definiert sein.

Die Endpunkte der vorhergehenden Messfenster der jeweiligen Messfensterreihe entsprechen in dieser Ausführungsform im Wesentlichen den Startpunkten der nachfolgenden Messfenster der jeweiligen Messfensterreihe.

Während jedes Messfensters 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 werden gemäß dieser Ausführungsform Verfahrensschritte, analog zu den Verfahrensschritten des ersten Messfensters der Fig. 1, wiederholt.

Gemäß dieser Ausführungsform sind die Messfenster der zweiten Messfensterreihe 26, 27, 28, 29 gegenüber den Messfenstern der ersten Messfensterreihe 22, 23, 24, 25 und die Messfenster der dritten Messfensterreihe 30, 31, 32, 33 gegenüber den Messfenstern der zweiten Messfensterreihe 26, 27, 28, 29 um einen Versatzwert 21 versetzt. Das heißt, dass beispielsweise der Startpunkt des ersten Messfensters der zweiten Messfensterreihe 26 gegenüber dem Startpunkt des ersten Messfensters der ersten Messfensterreihe 22 um den Versatzwert 21 versetzt ist. Ferner ist beispielsweise auch der Startpunkt des ersten Messfensters der dritten Messfensterreihen 30 gegenüber dem Startpunkt des ersten Messfensters der zweiten Messfensterreihen 26 um denselben Versatzwert 21 versetzt.

Gemäß dieser Ausführungsform entspricht der Versatzwert 21 einer bestimmten Energiemenge, welcher nach folgender Vorschrift ermittelt wird:

$$V_w = \frac{EEng}{n}$$

wobei V_w der Versatzwert 21 ist, wobei $EEng$ die umgesetzte Energiemenge 20 der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere die Energiemenge 20 eines Messfensters, ist und wobei n die Anzahl der Messfensterreihen 19 ist.

Die umgesetzte Energiemenge 20 der Verbrennungskraftmaschine kann mittels der Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine und der injizierten Kraftstoffmenge 35 oder unter Einbeziehung der Motorleistung, der Motordrehzahl 34 und des Motordrehmoments, ermittelt werden.

Insbesondere entspricht der Versatzwert 21 einem Bruchteil der umgesetzten Energiemenge 20 der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einem Bruchteil der Energiemenge, welcher die Messfensterlänge bestimmt. Bevorzugt entspricht der Versatzwert $1/n$ der umgesetzten Energiemenge 20, wobei n die Anzahl der Messfensterreihen 19 ist. Gemäß dieser Ausführungsform entspricht der Versatzwert 21 somit $1/3$ der umgesetzten Energiemenge 20 der Verbrennungskraftmaschine, welche die Messfensterlänge bestimmt.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die grafisch dargestellten und beschriebenen Verfahrensschritte werden beispielweise während eines Messfensters der vorangegangenen Figuren durchgeführt.

Gemäß dieser Ausführungsform wird die von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzte Energiemenge 20 unter Einbeziehung der Motordrehzahl N_{Eng} 34 und der injizierten Kraftstoffmenge M_{Fulnj} 35 berechnet. Diese sogenannte Energiemengenberechnung 1 wird während der Messungen, also bevorzugt während des Messfensters, durchgeführt.

Gemäß dieser Ausführungsform wird die Funktionstüchtigkeit 45, 46 der Abgasnachbehandlungseinrichtung mittels zwei Diagnosefunktionen 8,9 überprüft. Die erste Diagnosefunktion, die sogenannte Diagnose-Mengenfunktion 8, ermittelt den Kontrollwert $Kontroll_{NOx_{dws}}$ 43. Dieser Kontrollwert wird nach folgender Vorschrift berechnet:

$$Kontroll_{NOx_{dws}} = \int Mf_{NOx_{dwsSCR}}$$

$$Mf_{NOx_{dwsSCR}} = \frac{Conc_{NO_{dwsSCR}} \cdot Mf_{Exh} \cdot Mmol_{NO}}{10^6 \cdot Mmol_{ExhGas}} +$$

$$\frac{Conc_{NO2_{dwsSCR}} \cdot Mf_{Exh} \cdot Mmol_{NO2}}{10^6 \cdot Mmol_{ExhGas}}$$

wobei $Mf_{NOx_{dwsSCR}}$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Conc_{NO_{dwsSCR}}$ die Konzentration der Abgaskomponente NO im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Conc_{NO2_{dwsSCR}}$ die Konzentration der Abgaskomponente $NO2$ im Massenstrom bzw. im Massenfluss des

Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei M_{mol_NO} die molare Masse der Abgaskomponente NO ist, wobei M_{mol_NO2} die molare Masse der Abgaskomponente $NO2$ ist, und wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases 39 ist, wobei $M_{molExhGas}$ die molare Masse des Abgases ist.

Die in der Figur angegebene Variable $Conc_NOx_dwsSCR$ 38 umfasst die Konzentrationen der Abgaskomponenten $NO2$ und NO . Gemäß dieser Ausführungsform erfolgt die Ermittlung des Kontrollwerts 43, also insbesondere die oben angegebene Integration, während des gesamten Messfensters, also zwischen dem Startpunkt und Endpunkt des jeweiligen Messfensters.

Nach der Kontrollwertermittlung $Kontroll_{NOx_dws}$ 3 wird der Kontrollwert $Kontroll_{NOx_dws}$ 43 mit einem vorab festgelegten Grenzwert $Limit_{NOx_dws}$ 36 verglichen. Hierbei wird gemäß dieser Ausführungsform überprüft, ob der Kontrollwert $Kontroll_{NOx_dws}$ 43 über oder unter dem Grenzwert $Limit_{NOx_dws}$ 36 liegt. Falls der Kontrollwert $Kontroll_{NOx_dws}$ 43 dem Grenzwert $Limit_{NOx_dws}$ 36 entspricht, wird dies in dieser Ausführungsform so gewertet, als würde der Kontrollwert $Kontroll_{NOx_dws}$ 43 über dem Grenzwert $Limit_{NOx_dws}$ 36 liegen.

Anschließend wird bei der sogenannten Gültigkeitsprüfung 2 unter Einbeziehung des Ergebnisses des Kontrollwerts-Vergleich NOx_dws 4 und der Gültigkeitsparameter die Funktionstüchtigkeit 45, 46 der Abgasnachbehandlungsanlage gemäß der Diagnose-Mengenfunktion 8 beurteilt. Gemäß dieser Ausführungsform werden als Gültigkeitsparameter die Motordrehzahl $NEng$ 34 und die injizierte Kraftstoffmenge $MfFulnj$ 35 herangezogen. Grundsätzlich können jedoch auch viele weitere Parameter zur Gültigkeitsprüfung herangezogen werden. Das aufgenommene Messfenster wird nur dann als gültig beurteilt, wenn die Gültigkeitsparameter für eine gewisse Dauer während des Messfensters innerhalb eines Gültigkeitsbereichs liegen.

Das Ergebnis der Beurteilung der Funktionstüchtigkeit 45, 46 der Abgasnachbehandlungsanlage gemäß der Diagnose-Mengenfunktion 8 wird in die Kombinationslogik 7 übergeben.

Gemäß dieser Ausführungsform wird die Funktionstüchtigkeit 45, 46 der Abgasnachbehandlungsanlage auch mittels einer zweiten Diagnosefunktion, der sogenannten Diagnose-Effizienzfunktion 9, überprüft. Die zweite Diagnosefunktion

ermittelt den Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ 44, welcher gemäß folgender Vorschrift berechnet wird:

$$NOxEff\ sensor = 1 - \frac{M_{win_NOx_dwsSCR}}{M_{win_NOx_usSCR}}$$

$$NOxEff\ model = 1 - \frac{M_{win_NOx_dwsSCR_model}}{M_{win_NOx_usSCR}}$$

$$Kontroll_{SCR\ Eff} = \frac{NOxEff\ model}{NOxEff\ sensor}$$

wobei $NOxEff\ sensor$ die aus den Messwerten berechnete NOx -Umsetzungsrate bzw. der aus Messwerten bestimmte Effizienzwert des SCR-Systems während des Messfensters ist, wobei $M_{win_NOx_dwsSCR}$ die während des Messfensters aus Messwerten bestimmte, insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, welche gegebenenfalls nach folgender Vorschrift bestimmt wird:

$$M_{win_NOx_dwsSCR} = \int Mf_NOx_dwsSCR$$

$$Mf_NOx_dwsSCR = \frac{Conc_NO_dwsSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO}{10^6 \cdot MmolExhGas} +$$

$$\frac{Conc_NO2_dwsSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO2}{10^6 \cdot MmolExhGas}$$

wobei $M_{win_NOx_dwsSCR}$ die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System während des Messfensters ist, wobei Mf_NOx_dwsSCR der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Conc_NO_dwsSCR$ die Konzentration der Abgaskomponente NO im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Conc_NO2_dwsSCR$ die Konzentration der Abgaskomponente $NO2$ im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, wobei $Mmol_NO$ die molare Masse der Abgaskomponente NO ist, wobei $Mmol_NO2$ die molare Masse der Abgaskomponente $NO2$ ist, wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases 39 ist, wobei $MmolExhGas$ die molare Masse des Abgases ist,

wobei $M_{win_NOx_usSCR}$ die während des Messfensters aus Messwerten bestimmte, insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx vor dem Eintritt in das SCR-System ist, welche gegebenenfalls nach folgender Vorschrift bestimmt wird:

$$M_{win_NOx_usSCR} = \int Mf_{NOx_usSCR}$$

$$Mf_{NOx_usSCR} = \frac{Conc_NO_usSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO}{10^6 \cdot MmolExhGas} +$$

$$\frac{Conc_NO2_usSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO2}{10^6 \cdot MmolExhGas}$$

wobei $M_{win_NOx_usSCR}$ die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx vor dem Eintritt in das SCR-System während des Messfensters ist, wobei Mf_{NOx_usSCR} der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente NOx vor dem Eintritt in das SCR-System ist, wobei $Conc_NO$ die Konzentration der Abgaskomponente NO im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases vor dem Eintritt in das SCR-System ist, wobei $Conc_NO2$ die Konzentration der Abgaskomponente $NO2$ im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases vor dem Eintritt in das SCR-System ist, wobei $Mmol_NO$ die molare Masse der Abgaskomponente NO ist, wobei $Mmol_NO2$ die molare Masse der Abgaskomponente $NO2$ ist, wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases 39 ist, wobei $MmolExhGas$ die molare Masse des Abgases ist, wobei $NOxEff_model$ die modellierte NOx -Umsetzungsrate bzw. der modellierte Effizienzwert des SCR-Systems während des Messfensters ist, und wobei $M_{win_NOx_dwsSCR_model}$ die während des Messfensters modellierte, insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System 42 ist.

Die in der Figur angegebenen Variablen $Conc_NOx_usSCR$ 41 und $Conc_NOx_dwsSCR$ 38 umfassen die Konzentrationen der Abgaskomponenten $NO2$ und NO . Gemäß dieser Ausführungsform erfolgt die Ermittlung des Kontrollwerts, also insbesondere die oben angegebene Integration, während des gesamten Messfensters, also zwischen dem Startpunkt und Endpunkt des jeweiligen Messfensters.

Nach der Kontrollwertermittlung $Kontroll_{SCR\,Eff}$ 5 wird der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\,Eff}$ 44 mit einem vorab festgelegten Grenzwert $Limit_{SCR\,Eff}$ 37 verglichen. Hierbei wird gemäß dieser Ausführungsform überprüft, ob der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\,Eff}$ 44 über

oder unter dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ 37 liegt. Falls der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ 44 dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ 37 entspricht, wird dies in dieser Ausführungsform so gewertet, als würde der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ 44 unter dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ 37 liegen.

Anschließend wird bei der sogenannten Gültigkeitsprüfung 2 unter Einbeziehung des Ergebnisses des Kontrollwerts-Vergleich $SCR\ Eff$ 6 und der Gültigkeitsparameter die Funktionstüchtigkeit 45, 46 der Abgasnachbehandlungsanlage gemäß der Diagnose-Effizienzfunktion 9 beurteilt. Gemäß dieser Ausführungsform werden als Gültigkeitsparameter die Motordrehzahl $N\ Eng$ 34 und die injizierte Kraftstoffmenge $MfFuInj$ 35 herangezogen. Das aufgenommene Messfenster wird nur dann als gültig beurteilt, wenn die Gültigkeitsparameter für eine gewisse Dauer während des Messfensters innerhalb eines Gültigkeitsbereichs liegen.

Das Urteil über die Funktionstüchtigkeit 45, 46 der Abgasnachbehandlungsanlage gemäß der sogenannten Diagnose-Effizienzfunktion 9 wird in die Kombinationslogik 7 übergeben.

In der Kombinationslogik 7 wird festgelegt, ob eine Information, insbesondere eine Statusinformation, zur Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage ausgegeben und/oder gespeichert wird 47. Gemäß dieser Ausführungsform wird die Statusinformation nur dann ausgegeben und gespeichert 47, wenn eine der beiden Diagnosefunktionen 8,9 die Abgasnachbehandlungsanlage als nicht funktionstüchtig 46 beurteilt. Dies ist der Fall, wenn der Kontrollwert $Kontroll_{NOx\ dws}$ 43 für eine vorab bestimmte Anzahl an hintereinander folgenden Messfenstern über dem Grenzwert $Limit_{NOx\ dws}$ 36 liegt und das Messfenster als gültig definiert wird oder wenn der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ 44 für eine vorab bestimmte Anzahl an hintereinander folgenden Messfenstern unter dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ 37 liegt und das Messfenster als gültig definiert wird.

Hierbei ist vorgesehen, dass die Ausgabe der Statusinformation 47 mittels des Einschaltens der MIL-Lampe erfolgt. Dadurch ist es möglich, beispielsweise den Fahrer des Kraftfahrzeugs über die fehlende Funktionstüchtigkeit 45, 46 seiner Abgasnachbehandlungsanlage zu informieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Funktionsüberprüfung einer Abgasnachbehandlungsanlage einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere einer Abgasnachbehandlungskomponente, wie ein SDPF oder ein SCR-Katalysator, umfassend folgende Schritte:
 - **Bestimmen** eines Messfensters durch Errechnen der von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzten Energiemenge, wobei das Messfenster an einem Startpunkt beginnt und bei einer bestimmten errechneten Energiemenge an einem Endpunkt endet,
 - **Bestimmen** der während des Messfensters an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage insgesamt auftretenden Masse mindestens einer Abgaskomponente,
 - **Ermitteln** mindestens eines Aufschlusses über die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage gebenden Kontrollwerts unter Einbeziehung der bestimmten Masse der mindestens einen Abgaskomponente,
 - **Vergleichen** des mindestens einen Kontrollwerts mit mindestens einem Grenzwert,
 - **Beurteilen** der Gültigkeit des aufgenommenen Messfensters unter Berücksichtigung mindestens eines Gültigkeitsparameters,
 - gegebenenfalls **Ausgeben** und/oder **Speichern** einer Statusinformation zur Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage,
 - **Wiederholen** der Schritte für weitere Messfenster, die sequentiell aneinandergereiht sind und dadurch eine erste Messfensterreihe bilden, wobei der Startpunkt des weiteren Messfensters der ersten Messfensterreihe insbesondere dem Endpunkt des vorhergehenden Messfensters der ersten Messfensterreihe entspricht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Messfensterreihe gebildet wird, deren Messfenster um einen bestimmten Versatzwert, insbesondere um eine bestimmte Energiemenge, gegenüber der ersten Messfensterreihe versetzt sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine weitere Messfensterreihe gebildet wird, deren Messfenster um einen

bestimmten Versatzwert, insbesondere um eine bestimmte Energiemenge, gegenüber einer anderen Messfensterreihe, versetzt sind.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle Messfenster einer Messfensterreihe oder alle Messfenster aller Messfensterreihen durch dieselbe Energiemenge definiert sind.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** die Startpunkte der Messfenster einer Messfensterreihe gegenüber den Startpunkten der Messfenster einer anderen Messfensterreihe um den, insbesondere gleichen, Versatzwert versetzt sind,
 - **und/oder dass** die Startpunkte der Messfenster aller Messfensterreihen gegenüber den Startpunkten der Messfenster aller anderer Messfensterreihen um die jeweiligen Versatzwerte, versetzt sind.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Bestimmen des Versatzwerts und/oder der Versatzwerte V_w nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$V_w = \frac{E_{Eng}}{n}$$

- wobei V_w der Versatzwert ist,
 - wobei E_{Eng} die umgesetzte Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere die Energiemenge eines Messfensters, ist,
 - und wobei n die Anzahl der Messfensterreihen ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** der Versatzwert $1/n$ der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, entspricht wobei n die Anzahl der Messfensterreihen ist,
 - **oder dass** der Versatzwert insbesondere $1/2$ der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, bei 2 Messfensterreihen entspricht,
 - **oder dass** der Versatzwert insbesondere $1/3$ der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, bei 3 Messfensterreihen entspricht,

- **oder dass** der Versatzwert insbesondere 1/4 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, bei 4 Messfensterreihen entspricht,
 - **oder dass** der Versatzwert insbesondere 1/5 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, bei 5 Messfensterreihen entspricht,
 - **oder dass** der Versatzwert, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, insbesondere 1/6 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, bei 6 Messfensterreihen entspricht,
 - **oder dass** der Versatzwert insbesondere 1/7 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, bei 7 Messfensterreihen entspricht,
 - **oder dass** der Versatzwert insbesondere 1/8 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, bei 8 Messfensterreihen entspricht,
 - **oder dass** der Versatzwert insbesondere 1/9 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, bei 9 Messfensterreihen entspricht,
 - **oder dass** der Versatzwert insbesondere 1/10 der umgesetzten Energiemenge der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der umgesetzten Energiemenge eines Messfensters, bei 10 Messfensterreihen entspricht.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- **dass** die von der Verbrennungskraftmaschine umgesetzte Energiemenge mittels der Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine, insbesondere der Motordrehzahl, $NEng$ und der injizierten Kraftstoffmenge $MfFullnj$ 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.
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- **dass** für die Bestimmung der insgesamt auftretenden Masse einer Abgaskomponente während des Messfensters, Messwerte von mindestens einem Sensor, insbesondere Messwerte mindestens eines NOx-Sensors und der Abgasvolumenstrom, verwendet werden,
und dass der mindestens eine Sensor im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage, insbesondere vor dem SCR-System und/oder nach dem SCR-System, angeordnet ist.
10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung der insgesamt auftretenden Masse einer Abgaskomponente während des Messfensters an einer Stelle im Verlauf der Abgasnachbehandlungsanlage nach folgender Vorschrift erfolgt:
- $$M_{win_i} = \int Mf_i$$
- $$Mf_i = \frac{Conc_i \cdot MfExh \cdot Mmol_i}{10^6 \cdot MmolExhGas}$$
- wobei M_{win_i} die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente i ist,
 - wobei Mf_i der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente i ist,
 - wobei $Conc_i$ die Konzentration der Abgaskomponente i im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases ist,
 - wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases ist,
 - wobei $Mmol_i$ die molare Masse der Abgaskomponente i ist,
 - und wobei $MmolExhGas$ die molare Masse des Abgases ist.
11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung eines Kontrollwerts $Kontroll_{SCR\ Eff}$, welcher einen Aufschluss über die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage erlaubt, nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$NOxEff\ sensor = 1 - \frac{M_{win_NOx_dwsSCR}}{M_{win_NOx_usSCR}}$$

$$NOxEff\ model = 1 - \frac{M_{win_NOx_dwsSCR_model}}{M_{win_NOx_usSCR}}$$

$$Kontroll_{SCR\ Eff} = \frac{NOxEff\ model}{NOxEff\ sensor}$$

wobei $NOxEff\ sensor$ die aus den Messwerten berechnete NOx - Umsetzungsrate bzw. der aus Messwerten bestimmte Effizienzwert des SCR-Systems während des Messfensters ist,

- wobei $M_{win_NOx_dwsSCR}$ die während des Messfensters aus Messwerten bestimmte, insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System ist, welche gegebenenfalls nach folgender Vorschrift bestimmt wird:

$$M_{win_NOx_dwsSCR} = \int Mf_{NOx_dwsSCR}$$

$$Mf_{NOx_dwsSCR} = \frac{Conc_{NO_dwsSCR} \cdot Mf_{Exh} \cdot Mmol_{NO}}{10^6 \cdot Mmol_{ExhGas}} + \frac{Conc_{NO2_dwsSCR} \cdot Mf_{Exh} \cdot Mmol_{NO2}}{10^6 \cdot Mmol_{ExhGas}}$$

- wobei $M_{win_NOx_dwsSCR}$ die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System während des Messfensters ist,
- wobei Mf_{NOx_dwsSCR} der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System ist,
- wobei $Conc_{NO_dwsSCR}$ die Konzentration der Abgaskomponente NO im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist,
- wobei $Conc_{NO2_dwsSCR}$ die Konzentration der Abgaskomponente $NO2$ im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist,
- wobei $Mmol_{NO}$ die molare Masse der Abgaskomponente NO ist,
- wobei $Mmol_{NO2}$ die molare Masse der Abgaskomponente $NO2$ ist,
- wobei Mf_{Exh} der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases ist,

- wobei $M_{molExhGas}$ die molare Masse des Abgases ist,
- wobei $M_{win_NOx_usSCR}$ die während des Messfensters aus Messwerten bestimmte, insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx vor dem Eintritt in das SCR-System ist, welche gegebenenfalls nach folgender Vorschrift bestimmt wird:

$$M_{win_NOx_usSCR} = \int Mf_{NOx_usSCR}$$

$$Mf_{NOx_usSCR} = \frac{Conc_NO_usSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO}{10^6 \cdot MmolExhGas} +$$

$$\frac{Conc_NO2_usSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO2}{10^6 \cdot MmolExhGas}$$

- wobei $M_{win_NOx_usSCR}$ die insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx vor dem Eintritt in das SCR-System während des Messfensters ist,
- wobei Mf_{NOx_usSCR} der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente NOx vor dem Eintritt in das SCR-System ist,
- wobei $Conc_NO$ die Konzentration der Abgaskomponente NO im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases vor dem Eintritt in das SCR-System ist,
- wobei $Conc_NO2$ die Konzentration der Abgaskomponente $NO2$ im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases vor dem Eintritt in das SCR-System ist,
- wobei $Mmol_NO$ die molare Masse der Abgaskomponente NO ist,
- wobei $Mmol_NO2$ die molare Masse der Abgaskomponente $NO2$ ist,
- wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases ist,
- wobei $MmolExhGas$ die molare Masse des Abgases ist,
- wobei $NOxEff_model$ die modellierte NOx -Umsetzungsrate bzw. der modellierte Effizienzwert des SCR-Systems während des Messfensters ist,
- wobei $M_{win_NOx_dwsSCR_model}$ die während des Messfensters modellierte, insgesamt auftretende Masse der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System ist,
- und wobei $Kontroll_{SCR\,Eff}$ der Kontrollwert ist, welcher auf den ermittelten Effizienzwerten basiert.

12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung eines Kontrollwerts $Kontroll_{NOx\ dws}$, welcher einen Aufschluss über die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage erlaubt, nach folgender Vorschrift erfolgt:

$$Kontroll_{NOx\ dws} = \int Mf_NOx_dwsSCR$$

$$Mf_NOx_dwsSCR = \frac{Conc_NO_dwsSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO}{10^6 \cdot MmolExhGas} +$$

$$\frac{Conc_NO2_dwsSCR \cdot MfExh \cdot Mmol_NO2}{10^6 \cdot MmolExhGas}$$

- wobei Mf_NOx_dwsSCR der Massenstrom bzw. der Massenfluss der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System ist,
 - wobei $Conc_NO_dwsSCR$ die Konzentration der Abgaskomponente NO im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist,
 - wobei $Conc_NO2_dwsSCR$ die Konzentration der Abgaskomponente $NO2$ im Massenstrom bzw. im Massenfluss des Abgases nach dem Austritt aus dem SCR-System ist,
 - wobei $Mmol_NO$ die molare Masse der Abgaskomponente NO ist,
 - wobei $Mmol_NO2$ die molare Masse der Abgaskomponente $NO2$ ist,
 - wobei $MfExh$ der Massenstrom bzw. der Massenfluss des Abgases ist,
 - wobei $MmolExhGas$ die molare Masse des Abgases ist,
 - und wobei $Kontroll_{NOx\ dws}$ der Kontrollwert ist, welcher auf der aus Messwerten bestimmten insgesamt auftretenden Masse der Abgaskomponente NOx nach dem Austritt aus dem SCR-System basiert.
13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- **dass** zum Vergleich des Kontrollwerts $Kontroll_{SCR\ Eff}$ ein Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ herangezogen wird, wobei der Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ ein vorab festgelegter Effizienzwert der Abgasnachbehandlungsanlage und/oder ein vorab festgelegter Effizienzwert einer Abgasnachbehandlungskomponente, insbesondere eines SCR-Systems, ist,

- **und/oder dass** zum Vergleich des Kontrollwerts $Kontroll_{NOx\ dws}$ ein Grenzwert $Limit_{NOx\ dws}$ herangezogen wird, wobei der Grenzwert $Limit_{NOx\ dws}$ eine vorab festgelegte, insgesamt auftretende Masse einer Abgaskomponente, insbesondere die insgesamt auftretende Masse an NOx nach der letzten Abgaskomponente, insbesondere dem SCR-System, der Abgasnachbehandlungsanlage, ist.
14. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, 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 Gültigkeitsbereichüberschreitungen, Gültigkeitsbereichunterschreitungen und/oder Gültigkeitsbereichverletzungen überschritten wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet,
- **dass** die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig definiert wird, wenn der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ über dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ liegt und das Messfenster als gültig definiert wird,
 - **und/oder dass** die Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage als funktionstüchtig definiert wird, wenn der Kontrollwert $Kontroll_{NOx\ dws}$ unter dem Grenzwert $Limit_{NOx\ dws}$ liegt und das Messfenster als gültig definiert wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionstüchtigkeit der Abgasnachbehandlungsanlage ausgegeben und/oder gespeichert wird, wenn der Kontrollwert $Kontroll_{SCR\ Eff}$ über oder unter dem Grenzwert $Limit_{SCR\ Eff}$ liegt und das Messfenster als gültig definiert wird, und/oder wenn der Kontrollwert $Kontroll_{NOx\ dws}$ über oder unter dem Grenzwert $Limit_{NOx\ dws}$ liegt und das Messfenster als gültig definiert wird.

17. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Statusinformation zur Funktion der Abgasnachbehandlungsanlage mittels einer MIL-Lampe „Malfunction Indicator Light – Motorkontrollleuchte“ eines Fahrzeuges ausgegeben wird, wodurch der Fahrer über den Status der Funktionstüchtigkeit der Abgasnachbehandlungsanlage informiert wird.

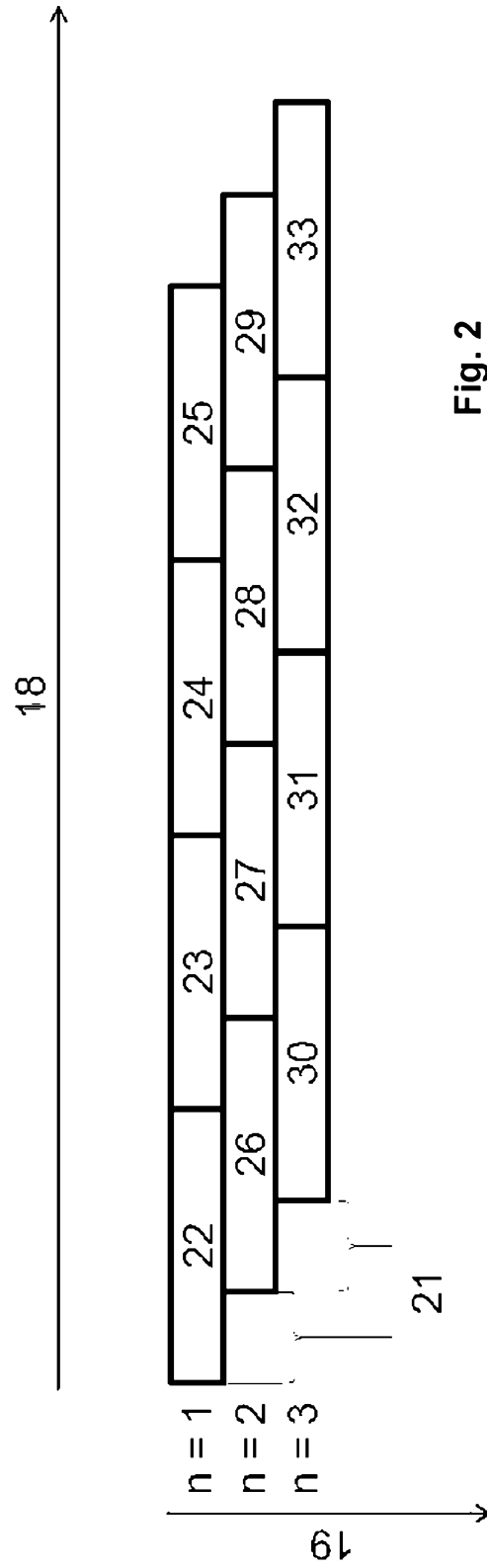


Fig. 2

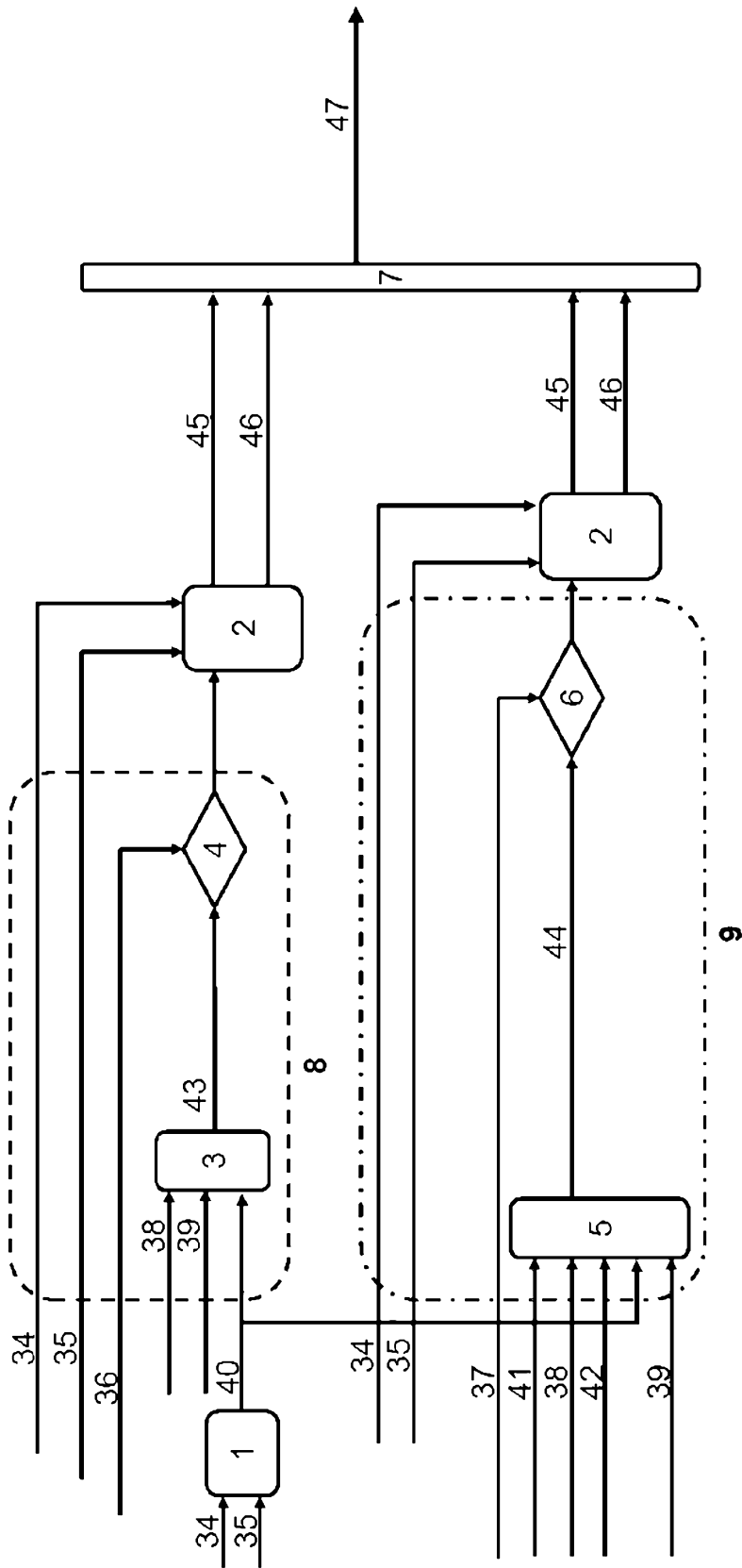


Fig. 3

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
F01N 11/00 (2006.01); **F01N 3/20** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
F01N 11/00 (2017.08); **F01N 3/20** (2017.02); **F01N 2550/00** (2013.01); **F01N 2550/02** (2013.01);
F01N 2900/04 (2013.01); **F01N 2900/0412** (2013.01); **F01N 2900/0408** (2013.01); **F01N 2900/0418**
(2013.01); **F01N 2900/1621** (2013.01); **F01N 2560/026** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
F01N

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPI, TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 25.01.2018 eingereichten Ansprüchen 1-17 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 19646008 A1 (DENSO CORP) 15. Mai 1997 (15.05.1997) gesamtes Dokument	1
A	DE 19726791 A1 (VOLKSWAGEN AG) 07. Januar 1999 (07.01.1999) gesamtes Dokument	1
A	US 2015096287 A1 (QI BAOHUA) 09. April 2015 (09.04.2015) gesamtes Dokument	1

Datum der Beendigung der Recherche:
13.11.2018

Seite 1 von 1

Prüfer(in):
RODLAUER Gerhard

^{*)} **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.