



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/035321**  
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 003 871.4**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE2013/051003**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **28.08.2013**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.03.2014**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **03.06.2015**

(51) Int Cl.: **F01N 11/00 (2006.01)**  
**F02D 41/22 (2006.01)**  
**G01N 15/06 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**SE-1250961-8**      **30.08.2012**      **SE**  
**SE-1250964-2**      **30.08.2012**      **SE**  
**SE-1250963-4**      **30.08.2012**      **SE**

(74) Vertreter:  
**Wuesthoff & Wuesthoff, Patentanwälte PartG  
 mbB, 81541 München, DE**

(71) Anmelder:  
**Scania CV AB, Södertälje, SE**

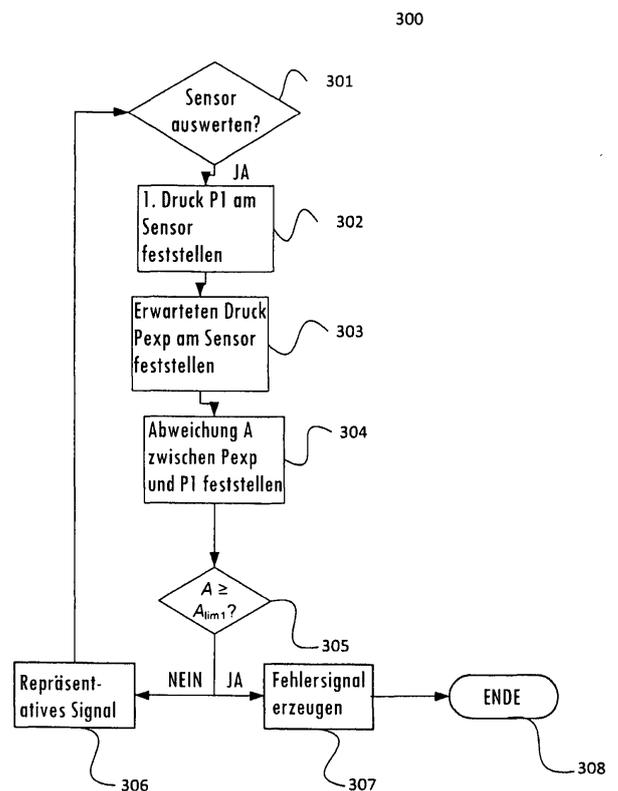
(72) Erfinder:  
**Stenlås, Ola, Södertälje, SE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zum Feststellen einer Sensorfunktion für einen PM-Sensor**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Feststellen einer Sensorfunktion für einen PM-Sensor (213), welcher zur Bestimmung eines Partikelgehalts in einem Abgasstrom vorgesehen ist, welcher aus einer Verbrennung in einem Verbrennungsmotor (101) resultiert, wobei ein Nachbehandlungssystem (200) zur Nachbehandlung des besagten Abgasstroms installiert ist. Das Verfahren umfasst:

- Bestimmen einer Repräsentation eines am besagten PM-Sensor (213) ersten vorherrschenden Drucks ( $P_1$ ) unter Verwendung eines Drucksensors (214), welcher im besagten PM-Sensor (213) installiert ist, und
- Bestimmen, basierend auf der besagten festgestellten Repräsentation des besagten ersten Drucks ( $P_1$ ), ob der besagte PM-Sensor (213) ein Signal emittiert, welches repräsentativ für den besagten Abgasstrom ist. Die Erfindung betrifft auch ein System und ein Fahrzeug.



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Behandlung von Abgasströmen, welche aus einem Verbrennungsprozess resultieren, und insbesondere ein Verfahren, mit dem eine Sensorfunktion für einen PM-Sensor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bestätigt wird. Die Erfindung betrifft auch ein System und ein Fahrzeug sowie ein Computerprogramm und ein Computerprogrammprodukt, welche das Verfahren gemäß der Erfindung implementieren.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Im Zusammenhang mit erhöhten Regierungsinteressen in Bezug auf Umweltverschmutzung und Luftqualität, vor allem in Ballungsräumen, wurden in vielen Gerichtsbarkeiten Emissionsnormen und -vorschriften verfasst.

**[0003]** Solche Emissionsvorschriften bestehen oft aus Anforderungen, welche zulässige Grenzwerte für Abgasemissionen in Fahrzeugen, die mit Verbrennungsmotoren ausgestattet sind, definieren. So werden beispielsweise die Niveaus von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>), Kohlenwasserstoffen (HC) und Kohlenmonoxid (CO) oftmals geregelt. Diese Emissionsvorschriften betreffen in der Regel auch, wenigstens in Bezug auf bestimmte Typen von Fahrzeugen, das Vorhandensein von Partikeln in Abgasemissionen.

**[0004]** In dem Bemühen, diese Emissionsvorschriften zu erfüllen, werden die Abgase, welche durch die Verbrennung des Verbrennungsmotors verursacht werden, behandelt (gereinigt). Beispielhaft kann ein sogenannter katalytischer Reinigungsprozess verwendet werden, so dass Nachbehandlungssysteme in beispielsweise Fahrzeugen und anderen Transportmitteln in der Regel einen oder mehrere Katalysatoren umfassen.

**[0005]** Ferner umfassen solche Nachbehandlungssysteme oftmals als Alternative zu oder in Kombination mit einem einzelnen oder mehreren Katalysatoren weitere Komponenten. Beispielsweise umfassen Nachbehandlungssysteme in Fahrzeugen mit Dieselmotoren oft Partikelfilter.

**[0006]** Die Verbrennung von Kraftstoff in der Verbrennungskammer des Motors (z. B. Zylinder) bildet Rußpartikel. Gemäß Obigem gibt es Emissionsvorschriften und -normen, welche auch diese Rußpartikel betreffen, und um die Vorschriften zu erfüllen, können Partikelfilter zum Auffangen der Rußpartikel verwendet werden. In solchen Fällen wird der Abgasstrom beispielsweise durch eine Filterstruktur geleitet, wo Rußpartikel aus dem durchgeleiteten Ab-

gasstrom zum Speichern im Partikelfilter aufgefangen werden.

**[0007]** Folglich gibt es zahlreiche Verfahren, um Emissionen von einem Verbrennungsmotor zu reduzieren. Zusätzlich zu Vorschriften, welche Emissionsniveaus betreffen, sind legislative Anforderungen in Bezug auf sogenannte OBD-Systeme (On-Board-Diagnose) immer häufiger, um sicherzustellen, dass Fahrzeuge die regulatorischen Anforderungen in Bezug auf Emissionen während des täglichen Betriebs tatsächlich erfüllen, und nicht nur beispielsweise bei Besuchen in einer Werkstatt.

**[0008]** In Bezug auf Partikelemissionen kann dies beispielsweise mithilfe eines Partikelsensors erreicht werden, welcher im Abgassystem oder Nachbehandlungssystem installiert ist, nachstehend in der Beschreibung und im Patentanspruch als PM-Sensor (PM = Partikelmaterie, Partikelmasse) bezeichnet, der die Partikelkonzentration im Abgasstrom misst. Die Partikelkonzentration kann beispielsweise als eine Partikelmasse pro Volumen- oder Gewichtseinheit oder als eine bestimmte Anzahl von Partikeln bestimmter Größe pro Volumeneinheit bestimmt werden, und mehrere Bestimmungen der Menge von Partikeln unterschiedlicher Größen kann verwendet werden, um die Partikelemission zu bestimmen.

**[0009]** Nachbehandlungssysteme mit Partikelfiltern können sehr effizient sein, und die resultierende Partikelkonzentration nach dem Durchleiten des Abgasstroms durch das Nachbehandlungssystem des Fahrzeugs ist bei einem voll funktionsfähigen Nachbehandlungssystem oft gering. Dies bedeutet auch, dass die Signale, welche der Sensor emittiert, eine geringe oder keine Partikelemission anzeigen werden.

## Kurzdarstellung der Erfindung

**[0010]** Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist das Bereitstellen eines Verfahrens, um eine Sensorfunktion für einen PM-Sensor festzustellen, welcher zur Bestimmung einer Partikelkonzentration in einem Abgasstrom, der aus der Verbrennung in einem Verbrennungsmotor resultiert, vorgesehen ist. Dieses Ziel wird mit einem Verfahren nach Patentanspruch 1 erreicht.

**[0011]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren, um eine Sensorfunktion für einen PM-Sensor festzustellen, welcher zur Bestimmung einer Partikelkonzentration in einem Abgasstrom, der aus der Verbrennung in einem Verbrennungsmotor resultiert, vorgesehen ist, wobei ein Nachbehandlungssystem zur Nachbehandlung des besagten Abgasstroms installiert ist, wobei das besagte Fahrzeug Elemente zum Zuführen von Zusatzstoffen in den besagten Ab-

gasstrom umfasst, und wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch:

- Bestimmen einer Repräsentation eines im PM-Sensor vorherrschenden Anfangsdrucks unter Verwendung eines Drucksensors, welcher im besagten PM-Sensor installiert ist, und
- Bestimmen, basierend auf der besagten Repräsentation des besagten bestimmten Anfangsdrucks, ob der besagte PM-Sensor ein Signal emittiert, welches repräsentativ für den besagten Abgasstrom ist.

**[0012]** Wie oben erwähnt, können PM-Sensoren verwendet werden, um sicherzustellen, dass das Partikelniveau im Abgasstrom, welcher aus dem Verbrennungsmotor resultiert, festgelegte Niveaus nicht überschreitet.

**[0013]** Um sicherzustellen, dass das Vorhandensein von Partikeln im Abgasstrom unter dem festgelegten Niveau liegt, muss der PM-Sensor jedoch ein korrektes Signal emittieren. Ein PM-Sensor kann an verschiedenen Stellen im Abgasstrom eingerichtet werden, und abhängig von seiner Position kann ein PM-Sensor so eingerichtet werden, dass das Vorhandensein von Partikeln an der Stelle des PM-Sensors sehr gering ist. Dies gilt beispielsweise für einen PM-Sensor, welcher stromabwärts von einem Partikelfilter eingerichtet ist, wobei ein korrekt funktionierender Partikelfilter oft fähig ist, einen sehr signifikanten Teil der von der Verbrennungskammer des Verbrennungsmotors emittierten Partikel zu trennen.

**[0014]** Dies bedeutet wiederum, dass es schwierig sein kann, eine Situation, in der der Partikelfilter korrekt funktioniert, wobei die Konzentration der Partikel stromabwärts vom Partikelfilter jedoch sehr gering ist, von einer Situation, in der der PM-Sensor eine geringe Konzentration aufgrund von einer tatsächlichen Fehlfunktion des PM-Sensors oder Fehlen eines repräsentativen Signals aus einem anderen Grund anzeigt, zu unterscheiden.

**[0015]** Es kann mehrere Gründe geben, warum ein PM-Sensor kein repräsentatives Signal emittiert, d. h. nicht nur eine Fehlfunktion des PM-Sensors bewirkt eine geringere Konzentration als die, die tatsächlich vorliegt. Jedoch kann der PM-Sensor als solcher ein Signal emittieren, welches repräsentativ für die Umgebung ist, in der der PM-Sensor angeordnet ist, wobei der PM-Sensor und/oder das Nachbehandlungssystem manipuliert wurden, so dass der Sensor nicht mehr die Partikelkonzentration in einem repräsentativen Abgasstrom misst.

**[0016]** Beispielsweise kann der Sensor von der vorgesehenen Position im Abgasstrom beispielsweise zu einer Position bewegt worden sein, wo er die Partikelkonzentration in der Umgebung des Fahrzeugs misst. In solchen Fällen wird der PM-Sensor immer

ein Signal emittieren, welches unabhängig von der tatsächlichen Partikelkonzentration des Abgasstroms eine sehr geringe oder keine Partikelkonzentration repräsentiert.

**[0017]** Eine weitere Möglichkeit der Manipulation des vom PM-Sensor emittierten Signals, um die erfasste Partikelkonzentration zu reduzieren, ist, den gesamten oder einen Teil des Abgasstroms hinter den PM-Sensor umzuleiten, so dass letzterer nicht mehr dem repräsentativen Abgasstrom ausgesetzt ist. Auf diese Weise kann der PM-Sensor auch ange-regt werden, um Signale zu emittieren, welche eine geringere Partikelkonzentration repräsentieren, als die, die tatsächlich vorliegt. Eine weitere Möglichkeit der Manipulation des Sensorsignals ist, den Sensor zu blockieren, so dass der Abgasstrom nicht durch den Sensor geleitet wird.

**[0018]** Folglich gibt es zahlreiche Möglichkeiten der Manipulation eines PM-Sensors, und da der PM-Sensor gemäß Obigem in einer Weise angeordnet werden kann, dass nur eine sehr geringe Partikelkonzentration erfasst wird, kann die Bestimmung, ob der Sensor manipuliert wurde oder nicht, schwierig sein.

**[0019]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren bereitgestellt, um zu bestimmen, ob angenommen werden kann, dass der PM-Sensor ein repräsentatives Signal emittiert, und um zu bestimmen, ob der Sensor fehlerhaft ist oder manipuliert wurde.

**[0020]** Dies wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch Verwendung von Elementen erreicht, welche vom PM-Sensor installiert sind, um eine Repräsentation eines am PM-Sensor vorherrschenden Drucks zu bestimmen. Diese Elemente können beispielsweise aus einem mit dem PM-Sensor integrierten Drucksensor bestehen, d. h. der Drucksensor verwendet gemeinsame Komponenten, wie beispielsweise Substrat oder desgleichen. Alternativ kann der Drucksensor einen separaten Drucksensor darstellen, welcher jedoch in einem gemeinsamen Gehäuse mit dem PM-Sensor installiert ist.

**[0021]** Durch ein derartiges Bestimmen eines vorherrschenden Drucks am PM-Sensor kann dieser Druck mit einem erwarteten Druck verglichen werden, und basierend auf dem Vergleich kann bestimmt werden, ob befunden werden kann, dass der PM-Sensor einem repräsentativen Abgasstrom ausgesetzt ist, d. h. einem Abgasstrom, welcher die Zusammensetzung im Abgasstrom, der die Verbrennungskammer des Verbrennungsmotors verlässt, korrekt wiedergibt.

**[0022]** Weitere Merkmale der Erfindung und Vorteile derselben werden in der detaillierten Beschreibung der nachstehend dargelegten Ausführungsbeispiele und beigefügten Zeichnungen beschrieben.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0023]** Fig. 1a zeigt eine Darstellung eines Fahrzeugs, in dem die vorliegende Erfindung verwendet werden kann.

**[0024]** Fig. 1b zeigt eine Steuervorrichtung im Steuersystem für das Fahrzeug in Fig. 1.

**[0025]** Fig. 2 zeigt das Nachbehandlungssystem detaillierter für das Fahrzeug in Fig. 1.

**[0026]** Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0027]** Fig. 4 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung.

## Ausführliche Beschreibung der Ausführungsformen

**[0028]** Der Ausdruck „Partikelkonzentration“ umfasst in der nachstehenden Beschreibung und im nachfolgenden Patentanspruch die Konzentration in Form von Masse pro Einheit und die Konzentration als Anzahl der Partikel pro Einheit. Ferner kann die Einheit aus einer beliebigen zutreffenden Einheit bestehen, und die Konzentration kann beispielsweise als Masse oder Anzahl von Partikeln pro Volumeneinheit, pro Masseneinheit, pro Zeiteinheit, pro abgeschlossener Arbeit oder pro vom Fahrzeug zurückgelegter Distanz ausgedrückt sein.

**[0029]** Fig. 1A zeigt eine Darstellung eines Antriebsstrangs in einem Fahrzeug **100** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das in Fig. 1A schematisch gezeigte Fahrzeug **100** umfasst nur eine Welle mit Rädern **113**, **114**, aber die Erfindung ist auch auf Fahrzeuge anwendbar, bei denen mehr als eine Welle mit Rädern ausgestattet ist, und auf Fahrzeuge mit einer oder mehreren Wellen, wie beispielsweise eine oder mehrere Stützwellen. Der Antriebsstrang umfasst einen Verbrennungsmotor **101**, welcher in üblicher Weise über eine Ausgangswelle am Verbrennungsmotor **101**, in der Regel über ein Schwungrad **102**, mit einem Getriebe **103** über eine Kupplung **106** verbunden ist.

**[0030]** Der Verbrennungsmotor **101** wird durch das Steuersystem des Motors über eine Steuervorrichtung **115** gesteuert. Gleichermaßen werden die Kupplung **106**, welche beispielsweise aus einer automatisch gesteuerten Kupplung bestehen kann, sowie das Getriebe **103** durch das Steuersystem des Fahrzeugs mithilfe von einer oder mehreren zutreffenden Steuervorrichtungen (nicht gezeigt) gesteuert. Natürlich kann der Antriebsstrang des Fahrzeugs auch ein anderer Typ sein, wie beispielsweise ein Typ mit einem herkömmlichen automatischen Getriebe usw.

**[0031]** Eine Ausgangswelle **107** vom Getriebe **103** steuert die Räder **113**, **114** über einen Achsantrieb **108**, wie beispielsweise ein übliches Differential, und Antriebswellen **104**, **105**, welche mit dem besagten Achsantrieb **108** verbunden sind.

**[0032]** Das Fahrzeug **100** umfasst auch ein Abgasystem mit einem Nachbehandlungssystem **200** zur Behandlung (Reinigung) der Abgasemissionen, welche aus der Verbrennung in der Verbrennungskammer (z. B. Zylinder) des Verbrennungsmotors **101** resultieren.

**[0033]** Ein Beispiel eines Nachbehandlungssystems **200** ist detaillierter in Fig. 2 gezeigt. Die Figur zeigt den Verbrennungsmotor **101** des Fahrzeugs **100**, wobei die Abgase, welche durch die Verbrennung erzeugt werden (der Abgasstrom), über einen Turbolader **220** geleitet werden.

**[0034]** Bei Turbomotoren steuert der Abgasstrom, welcher aus der Verbrennung resultiert, oftmals einen Turbolader, der wiederum die Zuluft zur Verbrennung der Zylinder komprimiert.

**[0035]** Alternativ kann der Turbolader beispielsweise ein Verbindungstyp sein.

**[0036]** Die Funktion der verschiedenen Typen von Turboladern ist wohlbekannt und wird daher nicht im Detail hierin beschrieben. Der Abgasstrom wird anschließend über ein Rohr **204** (durch Pfeile dargestellt) zu einem Dieselpartikelfilter (Diesel Particulate Filter, DPF) **202** über einen Dieseloxidationskatalysator (Diesel Oxidation Catalyst, DOC) **205** geleitet.

**[0037]** Der DOC **205** kann mehrere Funktionen aufweisen und wird normalerweise primär in der Nachbehandlung verwendet, um restliche Kohlenwasserstoffe und restliches Kohlenmonoxid im Abgasstrom zu Kohlendioxid und Wasser zu oxidieren.

**[0038]** Der Oxidationskatalysator **205** kann auch beispielsweise Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) oxidieren, welches beispielsweise für die NO<sub>2</sub>-basierte Regeneration verwendet wird. Weitere Reaktionen können in einem Oxidationskatalysator auftreten.

**[0039]** Darüber hinaus kann das Nachbehandlungssystem mehr Komponenten als oben beispielhaft genannt umfassen, sowie weniger alternativ andere Typen von Komponenten. Beispielsweise kann das Nachbehandlungssystem wie im vorliegenden Beispiel einen SCR(Selective Catalytic Reduction, selektive katalytische Reduktion)-Katalysator **201** stromabwärts vom Partikelfilter **202** umfassen. SCR-Katalysatoren verwenden Ammoniak (NH<sub>3</sub>) oder eine Zusammensetzung, aus welcher Ammoniak erzeugt/gebildet werden kann, als ein Additiv, um die Menge

an Stickstoffoxiden  $\text{NO}_x$  im Abgasstrom zu reduzieren.

**[0040]** In der gezeigten Ausführungsform sind die Komponenten DOC **205**, DPF **202** und der SCR-Katalysator **201** in einer und derselben Abgasreinigungseinheit **203** integriert. Es sollte jedoch beachtet werden, dass diese Komponenten nicht in einer und derselben Abgasreinigungseinheit integriert sein müssen, aber die Komponenten können in anderer Weise ausgelegt sein, wenn geeignet, und eine oder mehrere der besagten Komponenten können beispielsweise aus getrennten Einheiten bestehen. **Fig. 2** zeigt auch Temperatursensoren **210–212** und einen Differenzdrucksensor **209**. Die Figur zeigt auch einen PM-Sensor **213**, welcher im vorliegenden Beispiel stromaufwärts von der Abgasreinigungseinheit **203** und auch stromaufwärts von einer Auspuffbremse **215** gezeigt ist. Der PM-Sensor kann auch stromabwärts von der Abgasreinigungseinheit **203** sowie stromaufwärts vom Turbolader **220** eingerichtet sein.

**[0041]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird festgestellt, ob der PM-Sensor **213** in der gewünschten Weise funktioniert.

**[0042]** Zusätzlich kann das Abgassystem des Fahrzeugs mehr als einen PM-Sensor umfassen, welche an verschiedenen Positionen eingerichtet sein können, und aufgrund dessen kann die Funktionalität aller PM-Sensoren im Fahrzeug bewertet werden. Der PM-Sensor **213** ist in der vorliegenden Erfindung mit einem Drucksensor **214** integriert oder ortsgleich angeordnet, wobei der Drucksensor **214** einen Drucksensor bildet, welcher mit dem besagten PM-Sensor **213** fest verbunden ist und/oder in einem gemeinsamen Gehäuse mit dem besagten PM-Sensor **213** installiert ist, wobei der Drucksensor **214** angepasst ist, um eine Repräsentation eines an der Stelle des PM-Sensors **213** vorherrschenden Drucks zu bestimmen.

**[0043]** Wie oben erwähnt, werden Rußpartikel während der Verbrennung des Verbrennungsmotors **101** ausgebildet, und diese Rußpartikel können in vielen Fällen nicht in die Umgebung um das Fahrzeug **100** emittiert werden. Die Rußpartikel werden vom Partikelfilter **202** aufgefangen, welcher so funktioniert, dass der Abgasstrom durch eine Filterstruktur geleitet wird, wobei Rußpartikel aus dem durchgeleiteten Abgasstrom aufgefangen und anschließend im Partikelfilter **202** gespeichert werden. Mithilfe des Partikelfilters **202** kann ein sehr großer Teil der Partikel aus dem Abgasstrom abgetrennt werden.

**[0044]** Der PM-Sensor **213** kann verwendet werden, um zu steuern, dass der Partikelfilter **202** in der gewünschten Weise funktioniert, aber auch beispielsweise zur Überwachung der Funktionalität des Verbrennungsmotors **101** beispielsweise an einer Position des PM-Sensors stromaufwärts vom Partikelfilter.

Der PM-Sensor **213** kann auch für andere Zwecke verwendet werden.

**[0045]** Damit das Partikelvorkommen, welches mithilfe von PM-Sensorsignalen bestimmt wird, jedoch repräsentativ ist, muss der PM-Sensor **213** Signale emittieren, die für die Umgebung, in dem die Installation des PM-Sensor vorgesehen ist, repräsentativ sind.

**[0046]** Die vorliegende Erfindung erhöht die Zuverlässigkeit der PM-Sensorsignale durch Auswerten der Umgebung des PM-Sensors **213**, welches mithilfe des Drucksensors **214** erreicht wird. **Fig. 3** zeigt ein Ausführungsbeispiel **300** gemäß der vorliegenden Erfindung, mit dessen Hilfe die Umgebung des PM-Sensors **213**, wie beispielsweise der Abgasstrom um den PM-Sensor **213**, ausgewertet werden kann und inkorrekte Sensorsignale abhängig von nicht-repräsentativen Abgasströmen erfasst werden können. Das Verfahren ist nach dem vorliegenden Beispiel der in **Fig. 1A-B** und **Fig. 2** gezeigten Steuervorrichtung **208** ausgeführt.

**[0047]** Im Allgemeinen bestehen Steuersysteme in modernen Fahrzeugen aus einem Kommunikationssystem, bestehend aus einem oder mehreren Kommunikationsbussen, um eine Anzahl von elektronischen Steuervorrichtungen (Electronic Control Devices, ECUs), wie beispielsweise die Steuervorrichtungen, oder Steuerungen **115**, **208** und verschiedene Komponenten, welche am Fahrzeug ausgelegt sind, zu verbinden. Ein solches Steuersystem kann eine große Anzahl von Steuervorrichtungen umfassen, und die Verantwortung für eine spezielle Funktion kann unter mehr als einer Steuervorrichtung verteilt sein.

**[0048]** Der Einfachheit halber zeigt **Fig. 1A–B** nur die Steuervorrichtungen **115**, **208**.

**[0049]** Die vorliegende Erfindung ist folglich in der gezeigten Ausführungsform in der Steuervorrichtung **208** implementiert, welche in der gezeigten Ausführungsform auch für andere Funktionen im Nachbehandlungssystem **200** verantwortlich sein kann, wie beispielsweise das Regenerieren (Entleeren) des Partikelfilters **202**, aber die Erfindung kann folglich auch in einer Steuervorrichtung implementiert sein, welche der vorliegenden Erfindung gewidmet ist, oder ganz oder teilweise in einer oder mehreren anderen Steuervorrichtungen, welche bereits im Fahrzeug vorhanden sind, wie beispielsweise die Motorsteuervorrichtung **115**.

**[0050]** Die Funktion gemäß der vorliegenden Erfindung der Steuervorrichtung **208** (oder der Steuervorrichtung(en), in dem/denen die vorliegende Erfindung implementiert ist) wird, zusätzlich zur Abhängigkeit von Sensorsignalen des Drucksensors **214** zur Be-

stimmung eines Drucks, wahrscheinlich beispielsweise von Informationen abhängen, welche beispielsweise von einem PM-Sensor und beispielsweise von der/den Steuervorrichtung(en) empfangen werden, die die Funktion des Motors steuert/n, d. h. im vorliegenden Beispiel die Steuervorrichtung **115**.

**[0051]** Steuervorrichtungen des gezeigten Typs sind normalerweise ausgelegt, um Sensorsignale von verschiedenen Teilen des Fahrzeugs zu empfangen. Die Steuervorrichtung **208** kann beispielsweise Sensorsignale gemäß Obigem und von anderen Steuervorrichtungen als der Steuervorrichtung **115** empfangen. Solche Steuervorrichtungen sind in der Regel auch eingerichtet, um Steuersignale an verschiedene Teile und Komponenten des Fahrzeugs zu emittieren. Beispielsweise kann die Steuervorrichtung **208** Signale an beispielsweise die Motorsteuervorrichtung **115** emittieren.

**[0052]** Die Steuerung wird oft von programmierten Anweisungen gesteuert. Diese programmierten Anweisungen bestehen typischerweise aus einem Computerprogramm, welches, wenn es in einem Computer oder einer Steuervorrichtung ausgeführt wird, bewirkt, dass der Computer bzw. die Steuervorrichtung die gewünschte Steuerung als Verfahrensschritt im Prozess gemäß der vorliegenden Erfindung ausführt.

**[0053]** Das Computerprogramm besteht in der Regel aus einem Computerprogrammprodukt, wobei das Computerprogrammprodukt ein zutreffendes Speichermedium **121** (siehe **Fig. 1B**) umfasst, wobei das Computerprogramm **109** auf dem besagten Speichermedium **121** gespeichert ist. Das besagte digitale Speichermedium **121** kann beispielsweise aus einem beliebigen der folgenden Gruppe bestehen: ROM (Read-Only Memory), PROM (Programmable Read-Only Memory), EPROM (Erasable PROM), Flash, EEPROM (Electrically Erasable PROM), Festplatteneinheit usw., und kann in oder in Kombination mit der Steuervorrichtung eingerichtet sein, wobei das Computerprogramm durch die Steuervorrichtung ausgeführt wird. Durch Ändern der Anweisungen des Computerprogramms kann das Verhalten des Fahrzeugs folglich in einer speziellen Situation angepasst werden.

**[0054]** Eine beispielhafte Steuervorrichtung (Steuervorrichtung **208**) ist in der Darstellung in **Abb. 1B** gezeigt, und die Steuervorrichtung kann wiederum eine Berechnungseinheit **120** umfassen, welche beispielsweise aus einem geeigneten Typ von Prozessor oder Mikrocomputer bestehen kann, beispielsweise einer Schaltung zur digitalen Signalverarbeitung (Digital Signal Processor, DSP) oder einer Schaltung mit einer speziellen Funktion (Application Specific Integrated Circuit, ASIC). Die Berechnungseinheit **120** ist mit einer Speichereinheit **121** verbunden, welche der Berechnungseinheit **120** beispielsweise den ge-

speicherten Programmcode **109** und/oder die gespeicherten Daten bereitstellt, die die Berechnungseinheit **120** benötigt, um Berechnungen auszuführen. Die Berechnungseinheit **120** ist auch eingerichtet, um Zwischen- oder Endergebnisse von Berechnungen in der Speichereinheit **121** zu speichern.

**[0055]** Ferner ist die Steuervorrichtung mit Vorrichtungen **122, 123, 124, 125** für das Empfangen und Senden von Eingangs- und Ausgangssignalen ausgestattet. Diese Eingangs- und Ausgangssignale können Wellenformen, Impulse oder andere Attribute enthalten, welche von den Vorrichtungen **122, 125** für den Empfang von Eingangssignalen erfasst werden können, die als Informationen für die Verarbeitung der Berechnungseinheit **120** erfasst werden können. Die Vorrichtungen **123, 124** zum Senden von Ausgangssignalen sind ausgelegt, um das Berechnungsergebnis von der Berechnungseinheit **120** in Ausgangssignale für die Übertragung an andere Teile des Fahrzeugsteuerungssystems und/oder die Komponente(n), für die die Signale vorgesehen sind, zu konvertieren. Jede dieser Verbindungen zu den Vorrichtungen für das Empfangen und Senden von Eingangs- und Ausgangssignalen kann aus einem oder mehreren Kabeln bestehen; oder Datenbussen, wie beispielsweise einem CAN(Controller Area Network)-Bus, einem MOST(Media Oriented Systems Transport)-Bus oder einer beliebigen anderen Buskonfiguration; oder einer drahtlosen Verbindung.

**[0056]** Gemäß Obigem kann die Zuverlässigkeit von emittierten PM-Sensorsignalen gemäß der vorliegenden Erfindung durch die Bewertung der Umgebung, in der der PM-Sensor angeordnet ist, erhöht werden, und **Fig. 3** zeigt ein Ausführungsbeispiel **300** gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0057]** Gemäß der Erfindung nutzt das Verfahren **300** die Tatsache, dass die Umstände an verschiedenen Positionen im Nachbehandlungssystem, wie beispielsweise Temperatur, Druck und Durchfluss, basierend auf vorherrschenden und/oder historischen Betriebsparametern und zutreffenden Modellbeschreibungen des Nachbehandlungssystems oft mit relativ guter Genauigkeit modelliert/geschätzt werden kann, wobei beispielsweise die erwartete Druckänderung an einer beliebigen gegebenen Position im Nachbehandlungssystem basierend auf den vorherrschenden Betriebsparametern geschätzt werden kann.

**[0058]** Das Verfahren beginnt bei Schritt **301**, wo festgestellt wird, ob die Umgebung des PM-Sensors **213** ausgewertet werden sollte. Falls die Umgebung des PM-Sensors **213** auszuwerten ist, geht das Verfahren weiter zu Schritt **302**. Der Übergang von Schritt **301** zu Schritt **302** kann beispielsweise ausgelegt sein, um von der verstrichenen Zeit seit einer vorherigen Auswertung der Umgebung des PM-Sen-

sors **213** gesteuert zu werden. Die Umgebung des PM-Sensors **213** kann auch ausgelegt sein, um kontinuierlich in zutreffenden Intervallen jedes Mal ausgewertet zu werden, wenn das Fahrzeug startet oder zu anderen geeigneten Zeitpunkten, beispielsweise falls aus irgendeinem Grund, beispielsweise basierend auf emittierten PM-Sensorsignalen oder Signalen von anderen Sensoren/Einheiten, vermutet werden kann, dass der PM-Sensor keine repräsentativen Signale emittiert.

**[0059]** Bei Schritt **302** wird ein im PM-Sensor **213** vorherrschender Anfangsdruck  $P_1$  festgestellt, wobei der Druck  $P_1$  mithilfe des Drucksensors **214** festgestellt wird, welcher mit dem besagten PM-Sensor **213** integriert ist oder am PM-Sensor **213** installiert ist. Wenn der Druck  $P_1$  bei Schritt **302** festgestellt wurde, geht das Verfahren weiter zu Schritt **303**, in dem ein erwarteter Druck  $P_{exp}$  am PM-Sensor **213** festgestellt wird.

**[0060]** Dieser erwartete Druck  $P_{exp}$  kann beispielsweise durch Nachschlagen in einer Tabelle festgestellt werden, wobei der erwartete Druck  $P_{exp}$  an der PM-Sensorposition für eine Reihe von verschiedenen Betriebsfällen angegeben werden kann, wie beispielsweise verschiedene Kombinationen von Kraftstoffeinspritzzeiten, Kraftstoffeinspritzdauer, Kraftstoffeinspritzmengen, Kraftstoffdruck, Anzahl von Einspritzungen, AGR und Luftzufuhr, Belüftungszeiten, Kompressionsverhältnis, Überlast, VGT-Position, Motordrehzahl, Verbrennungslast usw. Der erwartete Druck  $P_{exp}$  kann beispielsweise auch basierend auf beispielsweise vorherrschenden Betriebsparametern und zutreffender Modellbeschreibung des Nachbehandlungssystems und seiner Komponenten bestätigt werden, wobei beispielsweise der erwartete Druck an einer beliebigen gegebenen Position im Nachbehandlungssystem geschätzt werden kann.

**[0061]** Um sicherzustellen, dass so zuverlässige Werte wie möglich für jeweils  $P_1$  und  $P_{exp}$  erhalten werden, kann der Übergang von Schritt **301** zu Schritt **302** auch so gesteuert werden, dass er in Fällen, wo das Fahrzeug **100** unter im Wesentlichen kontinuierlichen Bedingungen für eine bestimmte Zeit, beispielsweise eine Anzahl von Sekunden, gefahren wurde, ausgeführt wird, um zu vermeiden, dass dynamische Prozesse die Messergebnisse fehlerhaft beeinflussen.

**[0062]** Anschließend, wenn der erwartete Druck  $P_{exp}$  bei Schritt **303** bestätigt worden ist, geht das Verfahren weiter zu Schritt **304**, wo der Druck  $P_1$ , welcher unter Verwendung des Drucksensors **214** am PM-Sensor **213** bestätigt wird, mit dem unter vorherrschenden Bedingungen erwarteten Druck  $P_{exp}$  am PM-Sensor **213** verglichen wird, wobei eine Abweichung  $A$  zwischen dem erwarteten Druck  $P_{exp}$  und dem gemessenen Druck  $P_1$  bestätigt wird. Bei Schritt

**305** wird dann festgestellt, ob die Abweichung  $A$  zwischen dem erwarteten Druck  $P_{exp}$  und dem gemessenen Druck  $P_1$  größer als ein beliebiger zutreffender Grenzwert  $A_{lim1}$  ist. Der Grenzwert  $A_{lim1}$  kann beispielsweise derart festgesetzt werden, dass eine zutreffende große Abweichung zulässig sein kann, um zu verhindern, dass unnötig ein Alarm in Bezug auf die Funktion des PM-Sensors **213** verursacht wird, da der am PM-Sensor **213** vorherrschende Druck nur schwierig mit der gewünschten Genauigkeit vorhersehbar sein kann.

**[0063]** Solange dies nicht der Fall ist, d. h. solange die Abweichung unter dem Grenzwert  $A_{lim1}$  liegt, geht das Verfahren weiter zu Schritt **306**, wo das zutreffende Signal erzeugt werden kann, um anzuzeigen, dass angenommen werden kann, dass der PM-Sensor **213** repräsentative Werte in Bezug auf den Partikelgehalt im Abgasstrom emittiert, da angenommen werden kann, dass sich der PM-Sensor **213** an einer Position mit dem erwarteten Druck und folglich wahrscheinlich auch an der vorgesehenen Position im Abgasstrom befindet und folglich Messungen in einem repräsentativen Abgasstrom durchführt. Das Verfahren geht wieder zu Schritt **301**, um eine neue Bestimmung der Funktion des PM-Sensors **213** zum zutreffenden Zeitpunkt gemäß Obigem durchzuführen. Alternativ kann das Verfahren direkt von Schritt **305** zu Schritt **301** zurückkehren, da das Signal, um anzuzeigen, dass angenommen werden kann, dass der PM-Sensor **213** repräsentative Werte in Bezug auf den Partikelgehalt emittiert, eigentlich nicht erzeugt werden muss, da angenommen werden kann, dass diese Informationen implizit sind, solange kein Signal, das eine fehlerhafte Sensorfunktion anzeigt, gemäß Nachstehendem erhalten wurde.

**[0064]** Falls andererseits bei Schritt **305** bestätigt wird, dass die Abweichung  $A$  größer als der Grenzwert  $A_{lim1}$  ist, geht das Verfahren weiter zu Schritt **307**. Bei Schritt **307** wird ein Fehlersignal, beispielsweise ein Alarmsignal, erzeugt, damit das Steuersystem des Fahrzeugs **100** anzeigt, dass nicht befunden werden kann, dass der PM-Sensor **213** ein repräsentatives Signal emittiert, da nicht befundet wird, dass er einem repräsentativen Abgasstrom ausgesetzt ist. Das bei Schritt **307** erzeugte Signal kann beispielsweise vom Steuersystem des Fahrzeugs **100** verwendet werden, um den Status des Fahrzeugs **100** in einen Status zu versetzen, in dem das Fahrzeug **100** eine sofortige Aktion seitens des PM-Sensors **213** erfordert. Das Steuersystem kann auch ausgelegt sein, um die Funktionalität des Fahrzeugs **100** zu begrenzen, beispielsweise durch Begrenzen der maximalen Leistung des Verbrennungsmotors **101** des Fahrzeugs **100**, bis der Fehler behoben ist. Das Verfahren wird dann bei Schritt **308** abgeschlossen.

**[0065]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird somit ein Verfahren bereitgestellt, welches verwendet

werden kann, um zu bestätigen, ob der PM-Sensor **213** ein repräsentatives Signal emittiert, indem bestätigt wird, ob er einem repräsentativen Abgasstrom ausgesetzt ist, was bestätigt wird, indem bestätigt wird, ob der Druck am PM-Sensor **213** aus einem erwarteten Druck besteht.

**[0066]** Mithilfe der vorliegenden Erfindung können Versuche, die Funktion des PM-Sensor **213** zu manipulieren, indem beispielsweise der PM-Sensor zu einer Position außerhalb des Abgasstroms bewegt wird oder indem beispielsweise der Abgasstrom den PM-Sensor **213** umgeht, während des Betriebs des Fahrzeugs **100** identifiziert werden, was somit die Möglichkeit von unerkannter Manipulation des Nachbehandlungssystems reduziert.

**[0067]** Im Beispiel in **Fig. 3** wird ein bestätigter Druck  $P_1$  mit einem erwarteten Druck  $P_{exp}$  an einem Punkt verglichen. Offensichtlich kann der Druck im Nachbehandlungssystem **200** beispielsweise abhängig vom Durchfluss des Abgasstroms und beispielsweise abhängig vom Füllverhältnis in einem Partikelfilter, welcher stromabwärts vom Partikelsensor eingerichtet ist, signifikant variieren, wobei sich, selbst falls beispielsweise Nachschlagen in einer Tabelle oder Berechnung gemäß Obigem verwendet wird, um einen erwarteten Druck  $P_{exp}$  zu bestimmen, ein gemessener Einzelwert unter ungünstigen Bedingungen vom erwarteten Wert um mehr als die besagte Abweichung  $A_{lim1}$  unterscheiden kann, obwohl der Sensor **213** tatsächlich korrekt im Abgasstrom installiert ist. Aus diesem Grund kann das in **Fig. 3** gezeigte Verfahren eingerichtet werden, dass es eine zutreffende Anzahl von Malen  $x$ , beispielsweise eine relativ große Anzahl von Malen  $x$ , abgeschlossen wird, wobei  $x$  Werte bestätigt werden, und somit  $x$  Abweichungen  $A$ , wobei eine gesamte integrierte Abweichung für diese  $x$  Abweichungen bestimmt und mit dem Abweichungsgrenzwert  $A_{lim1}$  verglichen werden kann und wobei der gesamte integrierte Wert verwendet wird, um zu bestätigen, ob angenommen werden kann, dass der PM-Sensor **213** einem repräsentativen Abgasstrom ausgesetzt ist.

**[0068]** Die Abweichung  $A_{lim1}$  kann auch eingerichtet werden, dass sie gemäß der Anzahl der gemessenen Werte variiert. Je größer die Anzahl der verwendeten gemessenen Werte  $x$  ist, desto niedriger kann die zulässige Abweichung  $A_{lim1}$  eingerichtet werden, da die gesamte integrierte Genauigkeit mit der Anzahl der gemessenen Werte  $x$  steigt.

**[0069]** In **Fig. 4** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel **400** gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt, wobei der erwartete Druck  $P_{exp}$  am PM-Sensor in einer alternativen Weise festgestellt wird.

**[0070]** Das in **Fig. 4** gezeigte Verfahren **400** beginnt bei Schritt **401**, wo, genau wie bei Schritt **301** aus

**Fig. 3**, festgestellt wird, ob die Funktion des PM-Sensors bestimmt werden sollte. Wo dies der Fall ist, geht das Verfahren weiter zu Schritt **402**, wo ein erster am PM-Sensor **213** vorherrschender Druck  $P_1$  mithilfe des besagten Drucksensors **214** gemäß Obigem bestätigt wird. Das Verfahren geht dann weiter zu Schritt **403**. Anstatt einen erwarteten Druck  $P_{exp}$  wie in **Fig. 3** unter Verwendung von beispielsweise Nachschlagen in einer Tabelle direkt zu bestätigen, wird der Abgasstrom bei Schritt **403** aktiv beeinflusst. Dies kann beispielsweise durch Ändern des Betriebs des Verbrennungsmotors **101** erreicht werden. Der Betrieb des Verbrennungsmotors **101** kann beispielsweise durch Änderung der Last oder des Betriebspunkts für eine gegebene Last geändert werden. Beispielsweise kann der Betriebspunkt des Verbrennungsmotors **101** durch Ändern einer oder mehrerer der Kraftstoffeinspritzzeiten, Kraftstoffeinspritzdauer, Kraftstoffeinspritzmengen, Kraftstoffdruck, Anzahl von Einspritzungen, AGR und Luftzufuhr, Belüftungszeiten, Kompressionsbedingungen, überlast, VGT-Position, Motordrehzahl, Verbrennungsmotorlast usw. geändert werden.

**[0071]** Alternativ oder zusätzlich kann der Verbrennungsmodus beim besagten Verbrennungsmotor gewechselt werden, beispielsweise von Otto zu HCCI oder von Diesel zu PPC. Alternativ kann die Last erhöht/reduziert werden, indem beispielsweise verbrennungsmotorgetriebene Aggregate verbunden oder getrennt werden.

**[0072]** Durch Ändern der Weise, in der der Verbrennungsmotor **101** arbeitet, oder durch anderweitiges Beeinflussen des Abgasstroms, beispielsweise durch Drosseln des Abgasstroms stromaufwärts von der Position des PM-Sensors **213**, beispielsweise mithilfe der Auspuffbremse **215**, wird auch der Durchfluss des Abgasstroms geändert. Falls beispielsweise der Verbrennungsmotor **101** angehalten wird, härter zu arbeiten, erhöht sich der Abgasstromdurchfluss in der Regel, was zu einer Erhöhung des Differenzdrucks (d. h. der Druckdifferenz zwischen Eingangs- und Ausgangsseiten der Komponente) über den Nachbehandlungssystemkomponenten führt, und der Druck am PM-Sensor wird mit Variationen in Differenzdruckänderungen über Komponenten stromabwärts vom PM-Sensor **213** variieren. Umgekehrt wird der Differenzdruck über einer Komponente reduziert, wenn der Durchfluss reduziert wird. Bei Schritt **403** wird somit eine zutreffende Änderung des Betriebs des Verbrennungsmotors **101** durchgeführt, alternativ wird eine weitere Maßnahme zur Beeinflussung des Abgasstroms gemäß Nachstehendem ergriffen, in einer solchen Weise, dass der Abgasstromdurchfluss hinter dem PM-Sensor beeinflusst wird, und folglich ist der Absolutdruck, d. h. der vorherrschende Ausgangsdruck vom absoluten Vakuum, an der Position des PM-Sensors **213** auch betroffen. Vorzugsweise wird eine Änderung durchge-

führt, welche zu einer relativ großen Änderung des am PM-Sensor **213** vorherrschenden Drucks  $P$  führt. Statt den Absolutdruck am PM-Sensor **213** zu messen, kann der Drucksensor **214** installiert werden, um einen geeigneten Differenzdruck zu bestimmen, z. B. eine Druckdifferenz relativ zum Umgebungsdruck des Fahrzeugs.

**[0073]** Anstatt den Betrieb des Verbrennungsmotors **101** zu ändern, kann der Abgasstrom, wie bereits erwähnt, ganz oder teilweise in einer anderen Weise in Schritt **403** aktiv beeinflusst werden. Beispielsweise können eine oder mehrere Komponenten stromabwärts vom PM-Sensor **213** umgangen werden, wobei der am PM-Sensor **213** vorherrschende Druck, selbst wenn der Abgasstrom unverändert ist, reduziert wird, da der Differenzdruck über der/den umgangenen Komponente/Komponenten nicht länger Auswirkungen auf den am PM-Sensor **213** vorherrschenden Druck hat. Gemäß einem anderen Beispiel sind stattdessen eine oder mehrere Komponenten stromabwärts vom PM-Sensor **213** verbunden, wobei der Absolutdruck an der Position des PM-Sensors **213** aufgrund des Differenzdrucks, welcher über den verbundenen Komponenten entsteht, in einem äquivalenten Ausmaß ansteigt.

**[0074]** Der Druck am PM-Sensor **213** kann auch durch Drosseln des Abgasdurchflusses mit einer Drossel, wie beispielsweise einer Auspuffbremse, beeinflusst werden, wobei die besagte Drossel stromaufwärts oder stromabwärts von einer vorgesehenen Position des besagten PM-Sensors **213** installiert sein kann.

**[0075]** Gemäß einer Ausführungsform wird jedoch keine Maßnahme ergriffen, welche speziell vorsieht, den Druck am PM-Sensor **213** zu ändern; stattdessen wird die Bestimmung gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt, wenn das Fahrzeug in einer solchen Weise gefahren wird, dass eine Druckänderung ohnehin erwartet wird, beispielsweise bei starker Beschleunigung oder Übergang des Fahrzeugbetriebs von bergab oder ebener Straße zu bergauf.

**[0076]** Das Verfahren geht dann weiter zu Schritt **404**, bei dem ein zweiter Druck  $P_2$  bestätigt wird, d. h. ein Druck  $P_2$  am PM-Sensor **213** wird bestätigt, nachdem die besagte(n) Maßnahme(n), um den Druck an der vorgesehenen Position des PM-Sensors **213** zu ändern, durchgeführt wurde(n) oder der Betrieb des Fahrzeugs mit der erwarteten Druckänderung am PM-Sensor **213** als Folge anderweitig geändert wurde.

**[0077]** Bei Schritt **405** wird dann eine erwartete Druckänderung  $\Delta P_{\text{exp}}$  an der Position des PM-Sensors **213** bestätigt, nachdem die Maßnahmen bei Schritt **403** ergriffen wurden (alternativ die Zeit verstrichen ist), und bei Schritt **406** wird die Änderung

$\Delta P_{12}$  zwischen dem ersten Druck  $P_1$  und dem zweiten Druck  $P_2$  mit der erwarteten Druckänderung  $\Delta P_{\text{exp}}$  verglichen.

**[0078]** Gemäß dieser in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform des Verfahrens muss kein Absolutdruck bestätigt werden; stattdessen ist es ausreichend, eine erwartete Druckänderung  $\Delta P_{\text{exp}}$  zu bestätigen, ohne speziell festzustellen, zwischen welchen tatsächlichen Niveaus/Drücken die Differenz erwartungsweise auftritt, wobei diese erwartete Druckänderung  $\Delta P_{\text{exp}}$  anhand der zutreffenden Berechnung unter Verwendung von Modellen von Nachbehandlungssystemen/Verbrennungsmotoren oder anhand zutreffendem Nachschlagen in einer Tabelle festgestellt werden kann, gemäß der obigen Beschreibung und basierend auf den vorgenommenen Änderungen.

**[0079]** Gleichermaßen, selbst wenn die spezifischen Drücke  $P_1$ ,  $P_2$  gemäß Obigem bestätigt werden können, ist dies keine Voraussetzung; im Prinzip ist es aber ausreichend, die zutreffenden Repräsentationen der Drücke  $P_1$ ,  $P_2$  zu bestätigen, auf deren Grundlage die Druckänderung  $\Delta P_{12}$  festgestellt werden kann. Folglich ist es ausreichend, eine Signaldifferenz zu bestätigen, wobei diese Signaldifferenz in eine Druckdifferenz konvertiert oder mit einer erwarteten Signaldifferenz verglichen werden kann.

**[0080]** Bei Schritt **406** wird die tatsächliche Druckänderung  $\Delta P_{12}$  dann mit der erwarteten Druckänderung  $\Delta P_{\text{exp}}$  in der bei Schritt **304** in Fig. 3 beschriebenen Weise verglichen, und bei Schritt **407** wird bestätigt, ob die Abweichung  $A$  zwischen der tatsächlichen Druckänderung  $\Delta P_{12}$  und der erwarteten Druckänderung  $\Delta P_{\text{exp}}$  größer oder kleiner als ein beliebiger zutreffender Grenzwert  $A_{\text{lim}2}$  ist. Falls die Abweichung unterhalb des Grenzwerts  $A_{\text{lim}2}$  liegt, kehrt das Verfahren über Schritt **408** zu Schritt **401** zurück, was gemäß Obigem äquivalent zu Schritt **306** ist, während, falls die Abweichung  $A$  den Grenzwert  $A_{\text{lim}2}$  überschreitet, bei Schritt **409** in einer Weise, welche äquivalent zu Schritt **307** in Fig. 3 ist, ein Fehlersignal, beispielsweise ein Alarmsignal, erzeugt wird, beispielsweise indem der Status des Fahrzeugs **100** in einen Status zu versetzt wird, in dem das Fahrzeug **100** eine sofortige Aktion seitens des PM-Sensors **213** erfordert. Wie oben kann das Steuersystem ausgelegt sein, um die Funktionalität des Fahrzeugs **100** zu begrenzen, beispielsweise durch Begrenzung der maximalen Leistung. Das Verfahren wird dann bei Schritt **410** abgeschlossen.

**[0081]** Unter Verwendung des in Fig. 4 gezeigten Verfahrens kann somit bestätigt werden, dass der PM-Sensor **213** an einer Position installiert ist, wo der vorherrschende Druck gemäß variierenden Betriebsbedingungen auf repräsentative Weise variiert. Wie oben kann unter Verwendung dieses Verfahrens beispielsweise bestätigt werden, dass der PM-Sensor

**213** nicht in einer solchen Weise manipuliert worden ist, dass er von der vorgesehenen Position bewegt wurde, oder dass der Abgasstrom nicht geleitet wurde, um den PM-Sensor **213** zu umgehen, da der PM-Sensor, wenn er so manipuliert ist, keine oder keine andere Druckänderung im Vergleich zu einem korrekt positionierten PM-Sensor zeigt, und die Möglichkeiten der Manipulation des Nachbehandlungssystems, ohne erkannt zu werden, sind daher reduziert.

**[0082]** Wie im in **Fig. 3** gezeigten Verfahren kann das in **Fig. 4** gezeigte Verfahren ausgelegt sein, dass es eine Anzahl von Malen abgeschlossen wird, um eine Anzahl von Werten durch Durchführen einer Anzahl von druckverändernden Änderungen zu bestimmen, so dass eine Anzahl von Abweichungen bestätigt werden können und eine Gesamtabweichung für diese Abweichungen bestimmt und mit dem Grenzwert  $A_{lim2}$  verglichen werden kann, und wobei der Gesamtwert verwendet wird, um zu bestätigen, ob angenommen werden kann, dass der PM-Sensor **213** einem repräsentativen Abgasstrom ausgesetzt wurde. Wie oben kann der Grenzwert  $A_{lim2}$  ausgelegt sein, um abhängig von der Anzahl von gemessenen Druckänderungen zu variieren.

**[0083]** Gemäß einer Ausführungsform werden eine Anzahl von Druckbestätigungen am PM-Sensor **213** ausgeführt, beispielsweise bei gleichen oder zutreffenden Intervallen, und die Druckänderung über die Zeit wird mit einer erwarteten Druckänderung verglichen. Auch können in diesem Fall Abweichungen für jeden gemessenen Wert bestätigt und mit dem erwarteten Wert verglichen werden. Abweichungen können auch miteinander verglichen werden, und solange die Abweichungen signifikant ähnlich sind, kann befunden werden, dass der PM-Sensor weiterhin korrekt angeordnet ist.

**[0084]** Die erwartete Druckänderung kann auch unter Verwendung eines Drucksensors oder von im Nachbehandlungssystem installierten Drucksensoren bestätigt werden, sofern zutreffend, wobei die erwartete Druckänderung im PM-Sensor **213** basierend auf Druckänderungen an anderen Positionen im System geschätzt werden kann.

**[0085]** Das Verfahren kann auch ausgelegt sein, und dies gilt auch für das in **Fig. 3** gezeigte Verfahren, dass es über eine gewisse Zeit abgeschlossen wird, um zu verifizieren, dass die erwarteten Änderungen tatsächlich über die Zeit auftreten.

**[0086]** Auch wird eine Kombination der in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigten Verfahren angewendet, d. h. eine Druckänderung kann gemäß **Fig. 4** angewendet werden, wobei aber die vorherrschenden Drücke vor und nach dem Ergreifen der Maßnahmen, welche den Druck beeinflussen, mit den erwarteten Werten vor und nach dem Bestätigen der Maßnahmen, welche

den Druck beeinflussen, verglichen werden, was die Genauigkeit weiter verbessern kann.

**[0087]** Abhängig von der Anwendung können die PM-Sensoren an unterschiedlichen Positionen im Abgassystem angeordnet sein. Beispielsweise kann der PM-Sensor stromaufwärts oder stromabwärts von einer Auspuffbremse sowie stromaufwärts oder stromabwärts von einem Partikelfilter oder stromaufwärts von einem Turbolader installiert sein.

**[0088]** Die vorliegende Erfindung hat auch den Vorteil, dass sie unabhängig davon, wo der PM-Sensor **213** im Abgassystem installiert ist, angewendet werden kann. Unabhängig davon, wo er angeordnet ist, treten Druckänderungen gemäß Obigem auf, solange eine beliebige Form von Drosselung stromabwärts vom PM-Sensor auftritt, so dass eine Druckänderung über dem Teil des Abgassystems, welcher stromabwärts vom PM-Sensor **213** angeordnet ist, auftritt.

**[0089]** Es gibt verschiedene Typen von PM-Sensoren, und die vorliegende Erfindung ist auf alle Typen von PM-Sensoren anwendbar.

**[0090]** Zusätzlich kann, wenigstens in bestimmten Fällen, eine Frequenzanalyse verwendet werden, um zu bestätigen, ob der PM-Sensor **213** ein repräsentatives Signal emittiert. Im Allgemeinen werden Abluftöffnungen des Verbrennungsmotors mit einer bestimmten Regelmäßigkeit geöffnet. Beispielsweise werden in der Regel Abluftöffnungen einmal pro Umdrehung für Zweitaktmotoren und einmal jede zweite Umdrehung für Viertaktmotoren geöffnet.

**[0091]** Das bedeutet, dass der Abgasstrom durch die Abluftöffnungen „pulsiert“ wird und impulsartige Differenzen im Durchfluss des Abgasstroms im Laufe der Zeit auftreten. Dies bedeutet auch, dass die Pulsation zu Druckvariationen im Abgasstrom führt.

**[0092]** Normalerweise ist jedoch das Gleichgewicht zwischen beispielsweise der Luftzufuhr, der AGR-Rückmeldung und dem versorgten Kraftstoff für jeden Zylinder oder für jede aufeinander folgende Verbrennung, beispielsweise aufgrund von Toleranzen usw., nicht genau gleich. In der Zeitdomäne werden diese Impuls-/Konzentrationsvariationen im Abgasstrom folglich ziemlich unregelmäßig erscheinen.

**[0093]** Falls andererseits das Sensorsignal vom Drucksensor stattdessen in der Frequenzdomäne ausgewertet wird, kann diese Pulsation gemäß der vorliegenden Erfindung verdeutlicht und verwendet werden.

**[0094]** Die Abgasimpulse der verschiedenen Zylinder werden als Druckvariationen mit einer Frequenz sichtbar sein, welche gleich der Drehzahl des Verbrennungsmotors multipliziert mit der Anzahl der Zy-

linder und geteilt durch den Ratenfaktor ist (d. h. geteilt durch eins für einen Zweitaktmotor und geteilt durch zwei für einen Viertaktmotor. Es gibt auch Motoren, bei denen der Ratenfaktor steuerbar variiert werden kann.) In der Frequenzdomäne wird folglich an der besagten Frequenz eine deutliche Zacke/Spitze auftreten (schwächere Schattenimpulse auf Vielfachen der Frequenz können auch auftreten).

**[0095]** Diese Frequenzanalyse kann verwendet werden, um die Sicherheit bei der Diagnose des PM-Sensors zu verbessern, da, falls diese Pulsation identifiziert werden kann, dann auch angenommen werden kann, dass der Drucksensor, und somit der PM-Sensor, einem repräsentativen Abgasstrom ausgesetzt ist. Die Frequenzanalyse kann allein oder in Kombination mit einem Vergleich mit einem Grenzwert gemäß Obigen verwendet werden, wobei dieser Grenzwert in der Zeitdomäne oder in der Frequenzdomäne eingestellt sein kann. Durch Ausführen der Bestimmung in der Frequenzdomäne ist die Erkennung mit kleineren Variationen möglich, d. h. ein niedrigerer Grenzwert  $A_{lim}$  kann verwendet werden.

**[0096]** Variationen in der Frequenzdomäne können auch aktiv verwendet werden, da die Geschwindigkeit gemäß dem Verfahren der Erfindung variiert werden kann, um eine zuverlässigere Diagnose bereitzustellen. Falls beispielsweise  $A_{lim}$  für eine Frequenz (Motordrehzahl) überschritten wird, kann ein anstehender Fehler eingestellt werden, so dass eine oder mehrere weitere Diagnosen für mehr Frequenzen durchgeführt werden können, bevor die Fehlfunktion endgültig bestätigt wird.

**[0097]** Im Allgemeinen erhöht sich für Frequenzanalysen die Zuverlässigkeit des erhaltenen Analyseergebnisses mit der Nähe der Analyse zur Pulsationsquelle, d. h. der Nähe des PM-Sensors zum Verbrennungsmotor.

**[0098]** Gemäß dieser Ausführungsform besteht die besagte Frequenzanalyse folglich aus einer Repräsentation eines am besagten PM-Sensor **213** vorherrschenden Drucks  $P_1$ .

**[0099]** Darüber hinaus kann das Verfahren gemäß der Erfindung mit der in der parallelen schwedischen Anmeldung Nr 1250963-4 mit dem Titel „METHOD AND SYSTEM PERTAINING TO EXHAUST AFTERTREATMENT IT“ (Verfahren und System bezüglich Abgasnachbehandlung II) vom gleichen Erfinder und mit dem gleichen Einreichungsdatum wie die vorliegende Anmeldung kombiniert werden, welche beschrieben wurde, um eine Sensorfunktion für einen PM-Sensor festzustellen. Gemäß der besagten Anmeldung „METHOD AND SYSTEM PERTAINING TO EXHAUST AFTERTREATMENT IT“ (Verfahren und System bezüglich Abgasnachbehandlung II) wird ein Verfahren ähnlich zum vorliegenden Verfahren be-

reitgestellt, mit dem Unterschied, dass eine Repräsentation einer Konzentration durch den PM-Sensor und/oder eines Bruchteils einer im Abgasstrom vorkommenden Substanz festgestellt wird. Basierend auf der bestätigten Repräsentation einer Konzentration und/oder eines Bruchteils der besagten ersten Substanz wird bestimmt, ob der PM-Sensor ein repräsentatives Signal emittiert.

**[0100]** Dies wird unter Verwendung von Elementen erreicht, welche durch den PM-Sensor für die Bestimmung einer Repräsentation einer Konzentration und/oder eines Bruchteils einer Substanz im Abgasstrom installiert sind. Diese Elemente können beispielsweise aus einem Konzentrations-/Bruchsensor bestehen, welcher die Konzentration bzw. den Bruchteil für eine andere Substanz als Partikel im Abgasstrom misst und welcher mit dem PM-Sensor integriert ist, d. h. er verwendet gemeinsame Komponenten als Substrat oder desgleichen, oder einen separaten Konzentrations-/Bruchsensor darstellen, welcher in einem gemeinsamen Gehäuse mit dem PM-Sensor aufgenommen ist.

**[0101]** Der Konzentrations-/Bruchsensor kann beispielsweise aus einem Gaskonzentrationsensor bestehen, und der besagten ersten Substanz eines Gases, kann aber auch aus einem PM-Sensor bestehen, wobei die Konzentration der Partikel festgestellt wird und wobei der PM-Sensor aus einem elektrostatischen oder resistiven PM-Sensor bestehen kann.

**[0102]** Der Konzentrations-/Bruchsensor kann aus einem Sensor von elektrochemischen Typ bestehen, oder aus einem Sensor vom Halbleitertyp, wie beispielsweise einem Siliziumkarbid-basierten Sensor.

**[0103]** Durch derartiges Feststellen einer Repräsentation der Konzentration bzw. des Bruchteils einer Substanz, welche im Abgasstrom auftritt, kann eine solche Konzentration bzw. ein solcher Bruchteil mit einer Repräsentation einer erwarteten Konzentration bzw. einem erwarteten Bruchteil verglichen werden.

**[0104]** Darüber hinaus kann das Verfahren gemäß der Erfindung alternativ oder zusätzlich auch mit der in der parallelen schwedischen Anmeldung Nr 1250964-2 mit dem Titel „METHOD AND SYSTEM PERTAINING TO EXHAUST AFTERTREATMENT IT“ (Verfahren und System bezüglich Abgasnachbehandlung II) vom gleichen Erfinder und mit dem gleichen Einreichungsdatum wie die vorliegende Anmeldung kombiniert werden, welche beschrieben wurde, um eine Sensorfunktion für einen PM-Sensor festzustellen. Gemäß der besagten Anmeldung „METHOD AND SYSTEM PERTAINING TO EXHAUST AFTERTREATMENT IT“ (Verfahren und System bezüglich Abgasnachbehandlung II) wird ein Verfahren ähnlich zum vorliegenden Verfahren bereitgestellt, mit dem Unterschied, dass die Sensorfunktion für den PM-

Sensor unter Verwendung von Elementen bestätigt wird, um eine Repräsentation einer Temperatur am PM-Sensor zu bestätigen.

**[0105]** Dies wird durch die Verwendung von Elementen erreicht, welche am PM-Sensor zur Bestimmung einer Repräsentation einer am PM-Sensor vorherrschenden Temperatur angeordnet sind. Diese Elemente zur Bestimmung einer Temperatur können mit dem PM-Sensor integriert sein, d. h. sie können gemeinsame Komponenten wie Substrat oder desgleichen verwenden oder beispielsweise aus einem separaten Temperatursensor bestehen, welcher in einem gemeinsamen Gehäuse mit dem PM-Sensor aufgenommen ist.

**[0106]** PM-Sensoren können auch Elemente umfassen, um den PM-Sensor zu erwärmen, beispielsweise um den PM-Sensor von gesammelten Rußpartikeln, wo erforderlich, zu regenerieren (reinigen). Gemäß einer Ausführungsform werden diese Elemente verwendet, um den PM-Sensor zu erwärmen, wenn die Temperatur bestimmt ist.

**[0107]** Durch Bestimmen einer Temperaturänderung am PM-Sensor kann diese Temperaturänderung mit einer erwarteten Temperaturänderung verglichen werden, und basierend auf dem Vergleich kann bestimmt werden, ob befunden werden kann, dass der PM-Sensor einem repräsentativen Abgasstrom ausgesetzt ist, d. h. einem Abgasstrom, welcher die Zusammensetzung im Abgasstrom, der die Verbrennungskammer des Verbrennungsmotors verlässt, korrekt wiedergibt. Falls beispielsweise ein Temperaturanstieg zu erwarten ist, beispielsweise aufgrund einer erhöhten Verbrennungsmotorlast, während der PM-Sensor keinen ähnlichen Temperaturanstieg oder selbst einen Temperaturabfall anzeigt, kann angenommen werden, dass der PM-Sensor keinem repräsentativen Abgasstrom ausgesetzt war.

**[0108]** Durch Kombinieren der Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem oder mehreren der oben beschriebenen Verfahren kann eine zuverlässigere Auswertung der Funktion des PM-Sensors ausgeführt werden.

**[0109]** Zusätzlich wurde die vorliegende Erfindung oben in Bezug auf Fahrzeuge exemplifiziert. Die Erfindung ist jedoch auf beliebige Transportmittel/Prozesse anwendbar, bei denen Partikelfiltersysteme gemäß Obigem anwendbar sind, wie beispielsweise Wasserfahrzeuge und Flugzeuge mit Verbrennungsprozessen gemäß Obigem.

**[0110]** Zusätzlich kann der Verbrennungsmotor beispielsweise aus wenigstens einem aus der folgenden Gruppe bestehen: Kraftfahrzeugmotor, Schiffs-

motor, Industriemotor, Dieselmotor, Motor mit Fremdzündung, GDI-Motor, Benzinmotor.

**[0111]** Weitere Ausführungsformen des Verfahrens und des Systems gemäß der Erfindung sind in den hierin beigefügten Patentansprüchen verfügbar.

**[0112]** Es sei auch angemerkt, dass das System gemäß den verschiedenen Ausführungsformen des Verfahrens gemäß der Erfindung (und umgekehrt) geändert werden kann und dass die vorliegende Erfindung in keiner Weise auf die oben beschriebenen Ausführungsformen des Verfahrens gemäß der Erfindung beschränkt ist, sondern alle Ausführungsformen im Schutzbereich der beigefügten unabhängigen Ansprüche betrifft und umfasst.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Feststellen einer Sensorfunktion für einen PM-Sensor (**213**), der zur Bestimmung eines Partikelgehalts in einem Abgasstrom vorgesehen ist, welcher aus einer Verbrennung in einem Verbrennungsmotor (**101**) resultiert, wobei ein Nachbehandlungssystem (**200**) zur Nachbehandlung des besagten Abgasstroms installiert ist, und wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch:

- Feststellen einer Repräsentation eines am besagten PM-Sensor (**213**) ersten vorherrschenden Drucks ( $P_1$ ) unter Verwendung eines Drucksensors (**214**), welcher am besagten PM-Sensor (**213**) eingerichtet ist, und
- Feststellen, basierend auf der besagten festgestellten Repräsentation des besagten ersten Drucks ( $P_1$ ), ob der besagte PM-Sensor (**213**) ein Signal emittiert, welches repräsentativ für den besagten Abgasstrom ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend Feststellen, ob der besagte PM-Sensor (**213**) ein Signal emittiert, welches den besagten Abgasstrom repräsentiert, durch Bestimmen basierend auf der besagten Repräsentation des besagten ersten Drucks ( $P_1$ ), ob befunden werden kann, dass der besagte PM-Sensor (**213**) im besagten Abgasstrom vorhanden ist.

3. Verfahren nach einem beliebigen der Ansprüche 1–2, ferner umfassend:

- Feststellen, basierend auf der besagten festgestellten Repräsentation des besagten ersten Drucks ( $P_1$ ), ob befunden werden kann, dass das besagte Nachbehandlungssystem (**200**) und/oder der besagte PM-Sensor (**213**) manipuliert worden sind.

4. Verfahren nach einem beliebigem der Ansprüche 1–3, wobei der besagte erste Drucksensor (**214**) aus einem Drucksensor (**214**) besteht, welcher im besagten PM-Sensor (**213**) integriert ist.

5. Verfahren nach einem beliebigen der Ansprüche 1–4, wobei der besagte erste Drucksensor (**214**), zusammen mit dem besagten PM-Sensor (**213**), aus einem fest verbundenen und/oder einem Drucksensor (**214**) besteht, welcher in einem gemeinsamen Gehäuse mit dem besagten PM-Sensor (**213**) aufgenommen ist.

6. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, auch umfassend:

- Vergleichen des besagten ersten Drucks ( $P_1$ ) mit einem erwarteten vorherrschenden Druck ( $P_{exp}$ ) am besagten PM-Sensor (**213**), und
- Feststellen, basierend auf dem besagten Vergleich, ob der besagte PM-Sensor (**213**) ein Signal emittiert, welches repräsentativ für den besagten Abgasstrom ist.

7. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend:

- Feststellen, unter Verwendung des besagten ersten Drucksensors (**214**), einer ersten Druckänderung ( $\Delta P_{12}$ ) am besagten PM-Sensor (**213**),
- Vergleichen der besagten ersten Druckänderung ( $\Delta P_{12}$ ) mit einer erwarteten Druckänderung ( $\Delta P_{exp}$ ) am besagten PM-Sensor (**213**), und
- Feststellen, basierend auf dem besagten Vergleich der besagten ersten Druckänderung ( $\Delta P_{12}$ ) mit der besagten erwarteten Druckänderung ( $\Delta P_{exp}$ ), ob der besagte PM-Sensor (**213**) ein Signal emittiert, welches repräsentativ für den besagten Abgasstrom ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, am besagten Vergleich umfassend:

- Feststellen einer Abweichung (A) zwischen der besagten ersten Druckänderung ( $\Delta P_{12}$ ) und der besagten erwarteten Druckänderung ( $\Delta P_{exp}$ ), und
- wobei nicht befunden wird, dass der besagte PM-Sensor (**213**) ein Signal emittiert, welches repräsentativ für den besagten Abgasstrom ist, falls die besagte Abweichung einen zweiten Grenzwert ( $A_{lim2}$ ) überschreitet.

9. Verfahren nach einem beliebigen der Ansprüche 6–8, ferner umfassend:

- Feststellen einer Abweichung (A) zwischen dem besagten ersten Druck ( $P_1$ ), oder der ersten Druckänderung ( $\Delta P_{12}$ ), und dem besagten erwarteten Druck ( $P_{exp}$ ), oder der besagten erwarteten Druckänderung ( $\Delta P_{exp}$ ), an mehreren Zeitpunkten, und
- wobei nicht befunden wird, dass der besagte PM-Sensor (**213**) ein Signal emittiert, welches repräsentativ für den besagten Abgasstrom ist, falls die besagte Abweichung (A) einen ersten ( $A_{lim1}$ ) oder einen zweiten ( $A_{lim2}$ ) Grenzwert für wenigstens eine Teilmenge dieser Zeitpunkte überschreitet.

10. Verfahren nach einem beliebigen der Ansprüche 6–9, ferner umfassend:

- Feststellen einer Abweichung (A) zwischen dem besagten ersten Druck ( $P_1$ ), oder der ersten Druckänderung ( $\Delta P_{12}$ ), und dem besagten erwarteten Druck ( $P_{exp}$ ), oder der besagten erwarteten Druckänderung ( $\Delta P_{exp}$ ) an mehreren Zeitpunkten, und
- wobei nicht befunden werden konnte, dass der besagte PM-Sensor (**213**) ein Signal emittiert, welches repräsentativ für den besagten Abgasstrom ist, falls der Gesamtwert der besagten Abweichungen (A) für die besagte Anzahl von Zeitpunkten einen ersten ( $A_{lim1}$ ) oder einen zweiten ( $A_{lim2}$ ) Grenzwert überschreitet.

11. Verfahren nach einem beliebigen der Ansprüche 6–10, umfassend Erzeugen eines Signals, welches eine Fehlfunktion für den besagten PM-Sensor (**213**) anzeigt, wenn der besagte erste Druck ( $P_1$ ) oder die Druckänderung ( $\Delta P_{12}$ ) nicht mit dem erwarteten Druck ( $P_{exp}$ ) oder der erwarteten Druckänderung ( $\Delta P_{exp}$ ) übereinstimmt.

12. Verfahren nach einem beliebigen der Ansprüche 6–11, ferner umfassend aktives Beeinflussen des besagten erwarteten Drucks ( $P_1$ ) oder der besagten Druckänderung ( $\Delta P_{12}$ ) durch aktives Beeinflussen des besagten Abgasstroms.

13. Verfahren nach Anspruch 12, ferner umfassend aktives Beeinflussen des besagten Abgasstroms durch Steuern des besagten Verbrennungsmotors (**101**), beispielsweise durch Steuern von wenigstens einer der Kraftstoffeinspritzzeiten, der Kraftstoffeinspritzdauer, der Kraftstoffeinspritzmenge, des Kraftstoffdrucks, der Anzahl von Kraftstoffeinspritzungen, AGR und Luftzufuhr, Entlüftungszeiten, Kompressionsbedingungen, Überlast, VGT-Position, Motordrehzahl, Änderung des Verbrennungsmodus des besagten Verbrennungsmotors, beispielsweise von Otto zu HCCI oder von Diesel zu PPC.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei das besagte Verfahren ferner das aktive Beeinflussen des besagten Abgasstroms durch Steuern von Drosseln (**215**) umfasst, welche zur steuerbaren Drosselung des besagten Abgasstroms installiert sind.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das besagte Verfahren ferner das aktive Beeinflussen des besagten Abgasstroms durch Steuern von Drossel-elementen (**215**) umfasst, welche stromabwärts von einer Position installiert sind, welche für den besagten PM-Sensor (**213**) vorgesehen ist.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, ferner umfassend aktives Beeinflussen des besagten Abgasstroms durch steuerbares Drosseln des besagten Abgasstroms mit Drossel-elementen in Form einer Auspuffbremse (**215**).

17. Verfahren nach einem beliebigen der Ansprüche 12–16, ferner umfassend aktives Beeinflussen des besagten Abgasstroms stromaufwärts oder stromabwärts von einer Turbine.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12–17, ferner umfassend aktives Beeinflussen des besagten Abgasstroms durch Umgehen einer oder mehrerer Komponenten im besagten Nachbehandlungssystem (200) oder durch Verbinden einer weiteren Komponente für den Durchgang und somit die Umgehung des besagten Partikelsensors (213) von wenigstens einem Teil des besagten Abgasstroms.

19. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei das besagte Nachbehandlungssystem (200) wenigstens einen Partikelfilter (202) umfasst und wobei die vorgesehene PM-Sensorposition stromaufwärts oder stromabwärts vom besagten Partikelfilter (202) im besagten Abgasstrom ist.

20. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei die besagte PM-Sensorposition aus einer Position stromaufwärts von einer Komponente in einem Abgassystem besteht, über der, wenn ein variierender Durchfluss für den besagten Abgasstrom besteht, eine variierende Druckdifferenz mit dem besagten variierenden Durchfluss entsteht.

21. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei der besagte Verbrennungsmotor (101) aus einem Motor in einem Fahrzeug besteht und wobei die Ausgangsleistung vom besagten Verbrennungsmotor durch die Verwendung eines im besagten Fahrzeug eingerichteten Steuersystems begrenzt ist, falls der besagte PM-Sensor (213) kein Signal emittiert, welches den Abgasstrom repräsentiert.

22. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, auch umfassend:  
– Feststellen einer Variation über die Zeit für den vorherrschenden Druck am besagten PM-Sensor, und  
– Vergleichen der Variation über die Zeit mit einer erwarteten Variation über die Zeit für den am besagten PM-Sensor vorherrschenden Druck.

23. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, wobei der vorherrschende Druck, welcher am besagten PM-Sensor erwartet wird, mithilfe von Nachschlagen in einer Tabelle und/oder einer mathematischen Repräsentation des Nachbehandlungssystems festgestellt wird.

24. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend:  
– Feststellen der besagten Repräsentation des besagten ersten vorherrschenden Drucks ( $P_1$ ) am be-

sagten PM-Sensor (213) mithilfe von Frequenzanalyse eines Signals, welches vom besagten Drucksensor emittiert wurde.

25. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, das Verfahren auch umfassend:  
– Feststellen einer Repräsentation einer/s vorherrschenden Konzentration und/oder Bruchteils ( $C_1$ ) am besagten PM-Sensor (213) einer ersten Substanz ( $S_1$ ) im besagten Abgasstrom unter Verwendung der im besagten PM-Sensor (213) eingerichteten Elemente zur Bestimmung einer Repräsentation einer Konzentration und/oder eines Bruchteils der besagten ersten Substanz ( $S_1$ ), und  
– Feststellen, ob der besagte PM-Sensor ein Signal emittiert, welches repräsentativ für den besagten PM-Sensor ist, selbst auf der besagten bestätigten Repräsentation einer Konzentration und/oder eines Bruchteils ( $C_1$ ) der besagten ersten Substanz ( $S_1$ ) basierend.

26. Verfahren nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, das Verfahren auch umfassend:  
– Feststellen einer ersten Temperatur am besagten PM-Sensor unter Verwendung von Elementen, welche im besagten PM-Sensor installiert sind, um eine Repräsentation einer am PM-Sensor (213) vorherrschenden Temperatur zu emittieren, und  
– Feststellen, ob der besagte PM-Sensor ein Signal emittiert, welches repräsentativ ist für den besagten Abgasstrom, auch basierend auf der festgestellten ersten Temperatur.

27. Computerprogramm mit einem Programmcode, welcher, wenn der besagte Programmcode in einem Computer ausgeführt wird, erreicht, dass der besagte Computer das Verfahren nach einem der Patentansprüche 1–26 ausführt.

28. Computerprogrammprodukt, einschließlich eines computerlesbaren Mediums und eines Computerprogramms nach Patentanspruch 27, wobei das besagte Computerprogramm im besagten computerlesbaren Medium enthalten ist.

29. Verfahren zum Feststellen einer Sensorfunktion für einen PM-Sensor (213), der zur Bestimmung eines Partikelgehalts in einem Abgasstrom vorgesehen ist, welcher aus einer Verbrennung in einem Verbrennungsmotor (101) resultiert, wobei ein Nachbehandlungssystem (200) zur Nachbehandlung des besagten Abgasstroms installiert ist, wobei das System gekennzeichnet ist durch:

– Elemente, welche angeordnet sind, um eine Repräsentation eines am besagten PM-Sensor (213) vorherrschenden Anfangsdrucks ( $P_1$ ) unter Verwendung eines Drucksensors (214), welcher im besagten PM-Sensor (213) eingerichtet ist, festzustellen, und  
– Elemente, welche, basierend auf der besagten festgestellten Repräsentation des besagten ersten

Drucks ( $P_1$ ), angeordnet sind, um festzulegen, ob der besagte PM-Sensor (**213**) ein Signal emittiert, welches repräsentativ für den besagten Abgasstrom ist.

30. System nach Anspruch 29, gekennzeichnet durch den besagten Verbrennungsmotor, bestehend aus wenigstens einem aus der Gruppe: Kraftfahrzeugmotor, Schiffsmotor, Industriemotor, Dieselmotor, Motor mit Fremdzündung, GDI-Motor, Benzinmotor.

31. Fahrzeug (**100**), gekennzeichnet dadurch, dass es ein System nach einem der Ansprüche 29 oder 30 umfasst.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

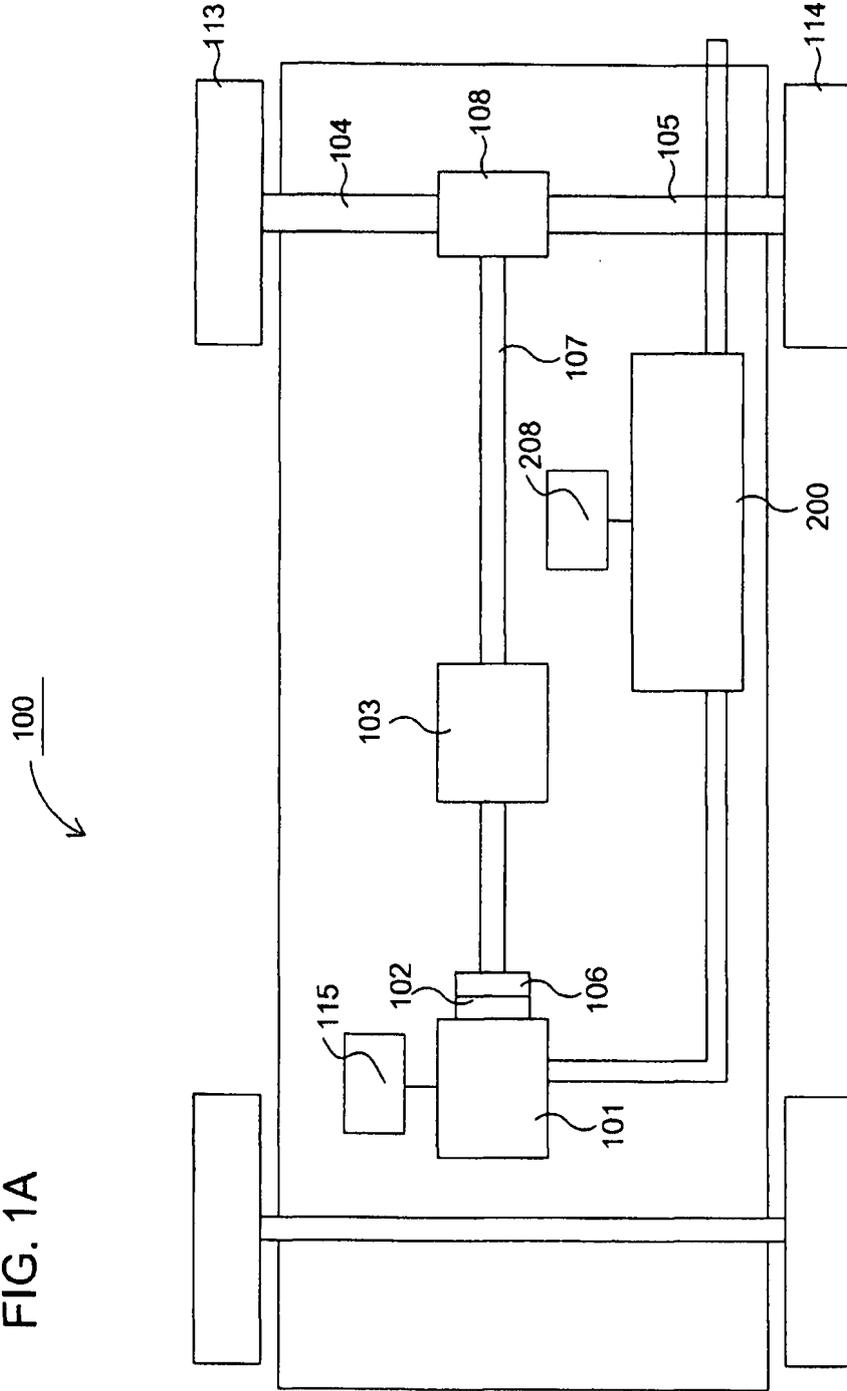


FIG. 1B

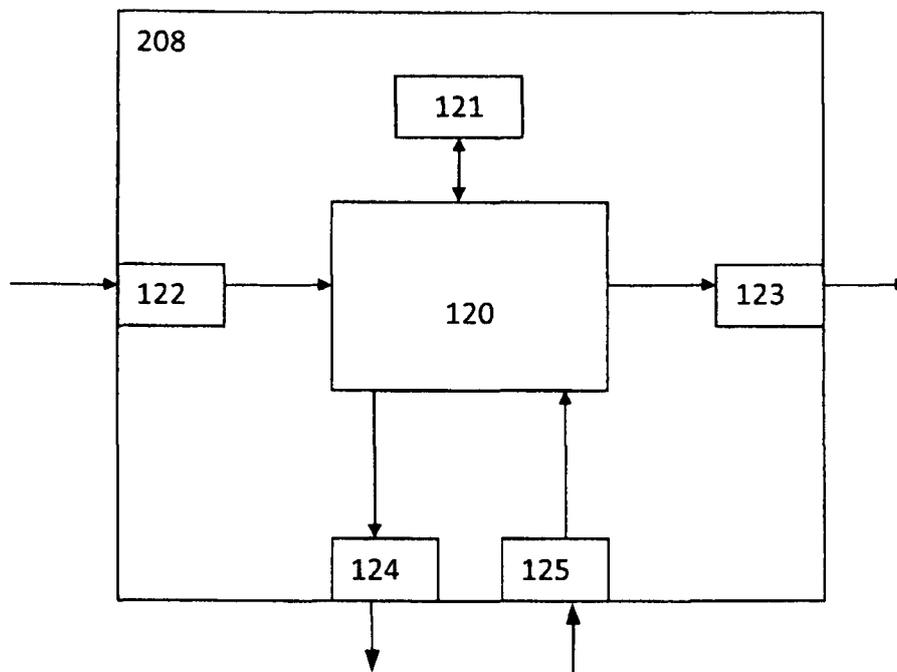


FIG. 2

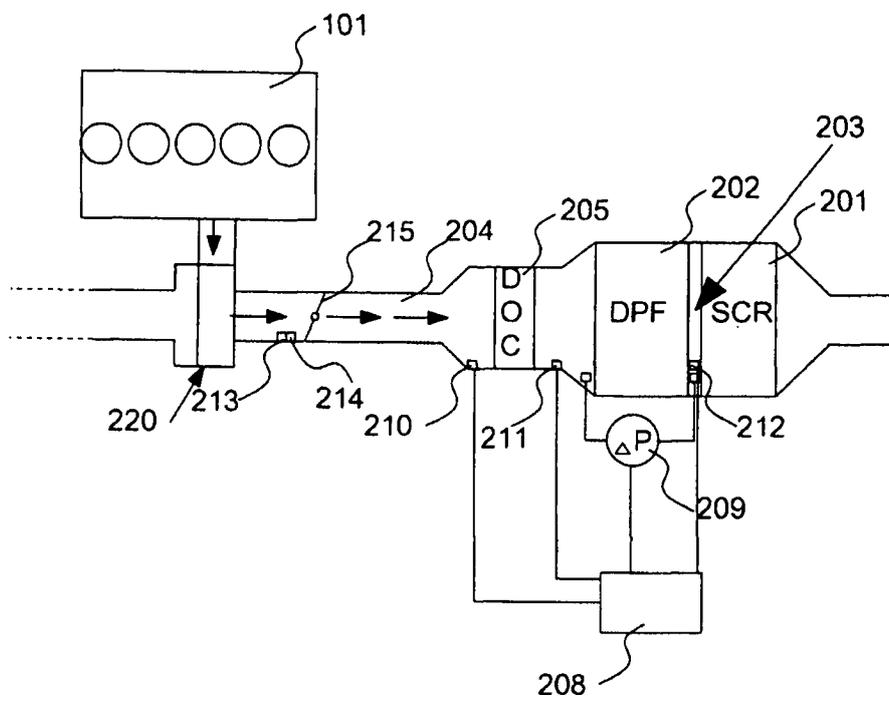


Fig. 3

300

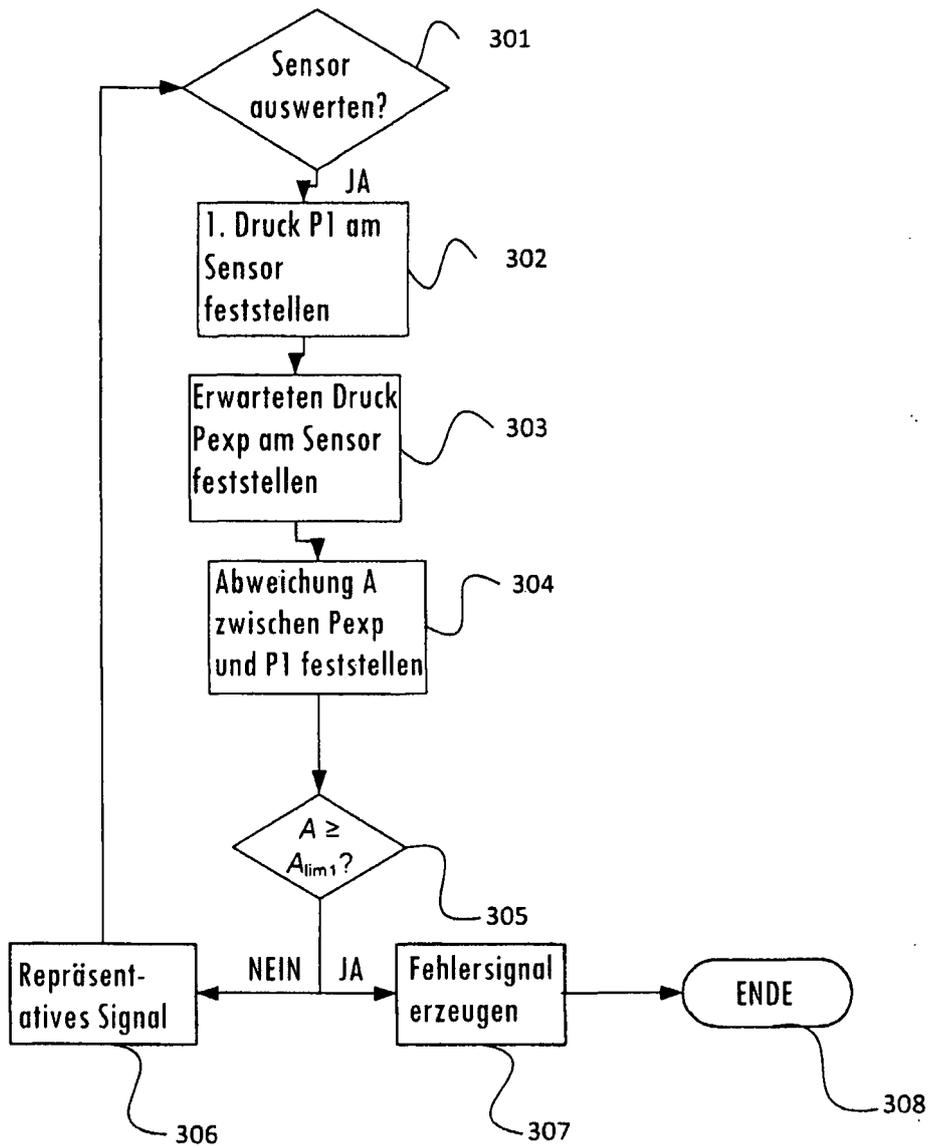


Fig. 4

400

