



(11) **EP 3 406 875 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.11.2018 Patentblatt 2018/48

(51) Int Cl.:
F01N 13/00 (2010.01)

(21) Anmeldenummer: **18170780.3**

(22) Anmeldetag: **04.05.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Verbücheln, Felix**
90427 Nürnberg (DE)
• **Rothe, Dieter**
90403 Nürnberg (DE)
• **Schraml, Stephan**
53639 Königswinter (DE)
• **Albert, Herbert**
91056 Erlangen (DE)

(30) Priorität: **23.05.2017 DE 102017111252**

(71) Anmelder: **MAN Truck & Bus AG**
80995 München (DE)

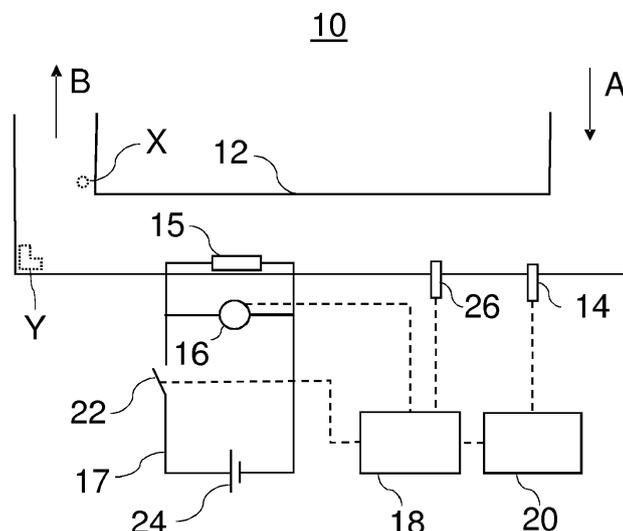
(74) Vertreter: **v. Bezold & Partner Patentanwälte - PartG mbB**
Akademiestraße 7
80799 München (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR ECHTZEIT-DETEKTION VON ABLAGERUNGEN BEI VERBRENNUNGSMOTOREN MIT AGN-SYSTEMEN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (10) zur Erfassung von Ablagerungen in einem Abgastrakt eines Verbrennungsmotors. Die Vorrichtung (10) weist eine Abgasleitung (12) und ein elektrisch leitfähiges Element (15), das in der Abgasleitung (12) angeordnet ist, auf. Die Vorrichtung (10) weist eine Messeinrichtung (16), die mit dem elektrisch leitfähigen Element (15) verbunden

und dazu ausgebildet ist, mindestens einen elektrischen Kennwert des elektrisch leitfähigen Elements (15) zu messen und auszugeben, auf. Die Vorrichtung (10) weist eine Auswerteeinheit (18) auf, die dazu ausgebildet ist, eine Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element (15) befindliche Ablagerung basierend auf dem elektrischen Kennwert durchzuführen.

Fig. 1



EP 3 406 875 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung von Ablagerungen in einem Abgastrakt eines Verbrennungsmotors, einen Prüfstand mit einer Vorrichtung zur Erfassung von Ablagerungen, ein Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung zur Erfassung von Ablagerungen und ein Verfahren zur Erfassung von Ablagerungen.

[0002] Dieselmotoren können zur Verringerung der ausgestoßenen Stickoxide ein im Abgastrakt installiertes System zur selektiven katalytischen Reduktion (engl. SCR "selective catalytic reduction") aufweisen. Ein SCR-System umfasst einen Reduktionsmittelinjektor, der ein Reduktionsmittel, zum Beispiel eine wässrige Harnstofflösung, in eine Abgasleitung einspritzt. Das Reduktionsmittel verdampft im heißen Abgas und kann die Stickoxide mit Hilfe eines Katalysators reduzieren.

[0003] Unter bestimmten Bedingungen, zum Beispiel niedrigen Abgastemperaturen, kann es vorkommen, dass das Reduktionsmittel nicht vollständig verdampft. Als eine Folge können sich Reduktionsmittelablagerungen in der Abgasleitung bilden. Derartige Reduktionsmittelablagerungen können sich beispielsweise an den Wänden in der Abgasleitung oder an Bauteilen, die in der Abgasleitung installiert sind, anheften. Dies kann die jeweilige Funktion des Bauteils beeinträchtigen. Zudem wird nicht verdampftes Reduktionsmittel nicht zur Stickoxidumwandlung verwendet und verringert somit die Effizienz des Systems. Zusätzlich können die Ablagerungen große Ausmaße, bis hin zur starken Verengung des Strömungsquerschnittes, annehmen.

[0004] Die DE 10 2008 018 063 A1 offenbart ein Verfahren zum Verbessern der Leistung einer Abgasnachbehandlungsanlage eines Fahrzeugs. Das Verfahren umfasst das Schätzen einer Harnstoffablagerungsansammlung in dem SCR-Katalysator, um Steuerzeiten zum Regenerieren des SCR-Katalysators zum Entfernen der Harnstoffablagerungsansammlung zu ermitteln.

[0005] Die WO 2015/150498 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Erfassen von Harnstoffablagerungen in einem Abgasrohr einer Brennkraftmaschine. Die Vorrichtung umfasst mindestens einen Strahlungsempfänger, der im Gebrauch innerhalb der Abgasleitung stromabwärts der Reduktionsmitteldüse angeordnet ist. Die Vorrichtung umfasst ferner eine elektronische Steuereinheit in Kommunikation mit dem Strahlungsempfänger. Der Strahlungsempfänger kommuniziert Strahlungsdaten an die Steuereinheit, die der Steuereinheit ermöglichen, festzustellen, ob sich Ablagerungen innerhalb der Abgasleitung gebildet haben.

[0006] Weitere Emissionen wie unverbrannte Kohlenwasserstoffe und Partikel wie Ruß und Asche können zur Erhöhung des Gegendruckes in Bauteilen, wie einem Dieseloxydationskatalysator und einem Dieselpartikelfilter, führen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren vorzusehen, die eine alternative und ggf. verbesserte Erfassung von Ablagerun-

gen ermöglicht. Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zu Grunde, eine automatisierte und schnelle Detektion von Ablagerungen, vorzugsweise von Reduktionsmittelablagerungen und Verbrennungsproduktablagerungen, im laufenden Betrieb des Verbrennungsmotors zu ermöglichen.

[0008] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erfassung von Ablagerungen in einem Abgastrakt eines Verbrennungsmotors gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Die Vorrichtung ist zur Erfassung von Ablagerungen, insbesondere Betriebsmittelablagerungen, vorzugsweise Reduktionsmittelablagerungen, und/oder Verbrennungsproduktablagerungen, vorzugsweise Ruß oder Asche, in einem Abgastrakt eines Verbrennungsmotors geeignet. Die Vorrichtung weist eine Abgasleitung und ein elektrisch leitfähiges Element, das in der Abgasleitung angeordnet ist, auf. Die Vorrichtung weist eine Messeinrichtung auf, die mit dem elektrisch leitfähigen Element verbunden und dazu ausgebildet ist, mindestens einen elektrischen Kennwert, insbesondere einen Strom, eine Spannung und/oder einen Widerstand, des elektrisch leitfähigen Elements zu messen und auszugeben. Die Vorrichtung weist eine Auswerteeinheit auf, die dazu ausgebildet ist, den elektrischen Kennwert zu empfangen und eine Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element befindliche Ablagerung basierend auf dem elektrischen Kennwert durchzuführen.

[0010] Durch die Verwendung einer automatisierten Auswertung durch die Auswerteeinheit kann in Echtzeit eine Überprüfung auf Ablagerungen, insbesondere Betriebsmittelablagerungen, Reduktionsmittelablagerungen und/oder Verbrennungsproduktablagerungen, durchgeführt werden. Dies ermöglicht zudem eine Erfassung von Ablagerungen in einem frühen Stadium, sodass größere Ansammlungen verhindert werden können. Werden Ablagerungen erfasst, so können bspw. entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Auswerteeinheit dazu ausgebildet, eine Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element befindliche Ablagerung basierend auf einer zeitlichen Veränderung des elektrischen Kennwerts durchzuführen. Alternativ oder zusätzlich ist die Auswerteeinheit dazu ausgebildet, eine Überprüfung basierend auf einem Vergleich zwischen dem elektrischen Kennwert und einem Referenzwert, insbesondere einen Referenzwert für die gegebenen Betriebsbedingungen, durchzuführen. Dies hat den Vorteil, dass eine entstehende Ablagerung, die allmählich den elektrischen Kennwert verändert, erfasst werden kann. Der Vergleich mit einem Referenzwert zu den gegebenen Betriebsbedingungen ermöglicht ebenfalls eine hochauflösende Erfassung von Ablagerungen.

[0012] In einer Ausführungsvariante ist das elektrisch leitfähige Element ein Draht und/oder ein Blech. Damit kann ein einfacher Aufbau der Vorrichtung realisiert wer-

den.

[0013] In einer weiteren Ausführungsvariante ist eine Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Elementen vorgesehen, wobei für jedes elektrisch leitfähige Element mindestens ein elektrischer Kennwert gemessen wird. Dies ermöglicht, an verschiedenen Stellen im Abgastrakt eine Überprüfung auf eine Ablagerung durchzuführen.

[0014] In einem Ausführungsbeispiel ist das elektrisch leitfähige Element ein Blech, das in einer Ebene liegt, die mit einer Längsachse der Abgasleitung einen Winkel, vorzugsweise einen senkrechten Winkel, einschließt. Damit ist das elektrisch leitfähige Element so ausgerichtet, dass flüssige oder feste Partikel im Abgas direkt auf das elektrisch leitfähige Element treffen.

[0015] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Auswerteeinheit dazu ausgebildet, einen Grad der Ablagerung zu bestimmen, ein Vorhandensein der Ablagerung zu bestimmen und/oder eine zeitliche Änderung der Ablagerung zu bestimmen. Damit können je nach Anforderung und Komplexität der Auswertung mehr oder weniger Informationen zu einer Ablagerung bestimmt werden.

[0016] In einer Ausführungsform weist die Vorrichtung einen Temperatursensor zur Messung einer Abgastemperatur, der in der Abgasleitung angeordnet ist, auf. Die Auswerteeinheit steht mit dem Temperatursensor in Kommunikationsverbindung und ist dazu ausgebildet, die Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element befindliche Ablagerung zusätzlich basierend auf einer von dem Temperatursensor erfassten Temperatur durchzuführen. Der elektrische Kennwert ist temperaturabhängig. Über eine Differenz zwischen einem Sollwert für den elektrischen Kennwert bei der gemessenen Abgastemperatur und einem Istwert für den elektrischen Kennwert kann auf das Vorhandensein einer Ablagerung geschlossen werden.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform weist die Vorrichtung einen Stromkreis auf, der das elektrisch leitfähige Element und ferner insbesondere einen Schalter zum Schließen des Stromkreises und/oder eine Spannungsquelle aufweist.

[0018] In einer Weiterbildung ist die Auswerteeinheit ferner dazu ausgebildet, Daten zu empfangen, die sich auf einen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors beziehen, und die Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element befindliche Ablagerung zusätzlich basierend auf den Daten zu bestimmen.

[0019] Die Daten können bspw. von einem Motorsteuergerät des Verbrennungsmotors zur Verfügung gestellt werden.

[0020] Vorzugsweise weist die Messeinrichtung ein Strommessgerät, das zur Messung eines Stroms durch das elektrisch leitfähige Element und/oder den Stromkreis angeordnet ist, auf. Alternativ oder zusätzlich weist die Messeinrichtung ein Spannungsmessgerät, das zur Messung einer an dem elektrisch leitfähigen Element und/oder dem Stromkreis anliegenden Spannung angeordnet ist, auf. Alternativ oder ergänzend weist die Mes-

seinrichtung ein Widerstandsmessgerät, das zur Messung eines elektrischen Widerstands des elektrisch leitfähigen Elements und/oder des Stromkreises angeordnet ist, auf.

[0021] Vorteilhafterweise weist die Vorrichtung einen Betriebsmittelinjektor, insbesondere einen Reduktionsmittelinjektor, auf. Der Betriebsmittelinjektor ist zum Einleiten eines Betriebsmittels, insbesondere eines Reduktionsmittels, in die Abgasleitung angeordnet. Das elektrisch leitfähige Element ist insbesondere stromabwärts des Betriebsmittelinjektors angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass mit dem elektrisch leitfähigen Element überprüft werden kann, ob das Betriebsmittel, insbesondere das Reduktionsmittel, ohne Bildung von Ablagerungen eingeleitet wurde.

[0022] In einer vorteilhaften Weiterbildung weist die Vorrichtung ferner eine Steuereinheit auf, die mit dem Betriebsmittelinjektor in Kommunikationsverbindung steht und dazu ausgebildet ist, den Betriebsmittelinjektor basierend auf der Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element befindliche Ablagerung zu steuern. Somit kann bspw. eine Dosierrate des Betriebsmittelinjektors angepasst werden.

[0023] Der Begriff "Steuereinheit" bezieht sich auf eine Steuerelektronik, die je nach Ausbildung Steuerungsaufgaben und/oder Regelungsaufgaben übernehmen kann.

[0024] In einer weiteren Ausführungsvariante ist die Steuereinheit dazu ausgebildet, eine Betriebsmitteldosierrate des Betriebsmittelinjektors zu verringern, wenn die Auswerteeinheit ein Vorhandensein einer Ablagerung bestimmt, der bestimmte Grad der Ablagerung einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet und/oder die zeitliche Änderung der Ablagerung einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

[0025] Alternativ oder zusätzlich ist die Steuereinheit dazu ausgebildet, den Verbrennungsmotor zur Erhöhung einer Abgastemperatur und/oder einer Abgasströmungsmenge zu steuern, wenn die Auswerteeinheit ein Vorhandensein einer Ablagerung bestimmt, der bestimmte Grad der Ablagerung einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet und/oder die zeitliche Änderung der Ablagerung einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet. Dies kann ein Auflösen der Ablagerung ermöglichen.

[0026] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Steuereinheit dazu ausgebildet, für einen oder eine Mehrzahl von Motorbetriebspunkten des Verbrennungsmotors eine maximale Betriebsmitteldosierrate zu bestimmen und/oder zu aktualisieren, bei der keine Ablagerung von der Auswerteeinheit bestimmt wird. So kann bspw. auf einem Motorprüfstand ein Kennfeld zur maximalen Einspritzung des Betriebsmittels ermittelt werden. Dies kann insbesondere für Reduktionsmittelinjektoren in einem SCR-System relevant sein.

[0027] Die Erfindung betrifft ferner einen Prüfstand, insbesondere einen Motorprüfstand, oder ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Nutzfahrzeug, mit der Vorrichtung wie hierin offenbart.

[0028] Die Erfindung betrifft zudem ein Verfahren zur Erfassung von Ablagerungen, insbesondere Betriebsmittelablagerungen, vorzugsweise Reduktionsmittelablagerungen, und/oder Ablagerungen von Verbrennungsprodukten, insbesondere Ruß oder Asche, in einem Abgastrakt eines Verbrennungsmotors. Das Verfahren kann das Einleiten von Reduktionsmittel in eine Abgasleitung aufweisen. Das Verfahren weist das Messen eines elektrischen Kennwerts eines elektrisch leitfähigen Elements, das in der Abgasleitung angeordnet ist, auf. Das Verfahren weist zudem das Überprüfen auf eine Ablagerung an dem elektrisch leitfähigen Element basierend auf dem elektrischen Kennwert auf.

[0029] Wie bei der zuvor beschriebenen Vorrichtung ermöglicht die Verwendung einer automatisierten Auswertung eine Echtzeitüberprüfung auf Ablagerungen. Die Ablagerungen können in einem frühen Stadium erfasst werden. Ggf. können geeignete Gegenmaßnahmen zur Verhinderung weiterer Ablagerungen und/oder zum Verkleinern oder Auflösen der vorhandenen Ablagerungen eingeleitet werden.

[0030] Das Verfahren kann die Vorrichtung wie hierin offenbart verwenden.

[0031] Die zuvor beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen und Merkmale der Erfindung sind beliebig miteinander kombinierbar. Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Ansicht einer beispielhaften Vorrichtung zur Erfassung von Reduktionsmittelablagerungen;
 Figur 2 ein Flussdiagramm zum Darstellen eines Verfahrens zur Kennfeldermittlung mithilfe der Vorrichtung zur Erfassung von Reduktionsmittelablagerungen; und
 Figur 3 ein Flussdiagramm zum Darstellen eines Verfahrens für eine Fahrzeuganwendung mit der Vorrichtung zur Erfassung von Reduktionsmittelablagerungen.

[0032] Nachfolgend wird insbesondere auf eine besonders bevorzugte Vorrichtung und ein besonders bevorzugtes Verfahren zur Erfassung von Reduktionsmittelablagerungen Bezug genommen. Fachleute werden jedoch leicht verstehen, dass die Vorrichtung und das Verfahren ebenso zur Erfassung anderer Ablagerungen, z. B. Ablagerung von anderen Betriebsmitteln (z. B. Diesel) oder Verbrennungsprodukten (beispielsweise Ruß oder Asche), anwendbar sind.

[0033] Die Figur 1 zeigt eine Vorrichtung 10 zur Erfassung von Reduktionsmittelablagerungen. Die Vorrichtung 10 weist eine Abgasleitung 12, ein elektrisch leitfähiges Element 15, eine Messeinrichtung 16 und eine Auswerteeinheit 18 auf.

[0034] Die Abgasleitung 12 bildet einen Abschnitt eines Abgastrakts eines nicht näher dargestellten Verbren-

nungsmotors. Die Abgasleitung 12 kann beispielsweise stromabwärts von einer Abgassammelleitung des Verbrennungsmotors zum Führen von Abgas angeordnet sein. Die Pfeile A und B zeigen eine Strömungsrichtung durch die Abgasleitung 12.

[0035] Ein Reduktionsmittelinjektor 14 ragt in die Abgasleitung 12. Der Reduktionsmittelinjektor 14 ist dazu ausgebildet, ein Reduktionsmittel, zum Beispiel eine wässrige Harnstofflösung, in die Abgasleitung 12 einzuspritzen. Auf eine bekannte Weise kann das Reduktionsmittel im heißen Abgas verdampfen und mithilfe eines Katalysators Stickoxide (NO_x) im Abgas reduzieren.

[0036] In anderen Ausführungsformen kann statt des Reduktionsmittelinjektors 14 ein anderer Betriebsmittelinjektor oder gar kein Injektor vorgesehen sein. Es versteht sich, dass die Vorrichtung insbesondere ohne Betriebsmittelinjektor (Reduktionsmittelinjektor) vorgesehen werden kann, wenn bspw. kein SCR-System vorhanden ist und/oder (nur) Verbrennungsproduktablagerungen erfasst werden sollen.

[0037] Der Reduktionsmittelinjektor 14 ist über eine Reduktionsmittelpumpe (nicht dargestellt) mit einem Reduktionsmitteltank (nicht dargestellt) verbunden. Eine Steuereinheit 20 kann den Reduktionsmittelinjektor 14 zum Einspritzen von Reduktionsmittel ansteuern.

[0038] Das elektrisch leitfähige Element 15 ist in der Abgasleitung 12 stromabwärts des Reduktionsmittelinjektors 14 angeordnet. Das elektrisch leitfähige Element 15 ist Teil eines Stromkreises 17 mit einer Spannungsquelle 24. Das elektrisch leitfähige Element 15 kann beispielsweise als ein Blech oder ein Draht ausgebildet sein.

[0039] Das elektrisch leitfähige Element 15 kann insbesondere in einem Bereich der Abgasleitung angeordnet ist, in der zusätzlich zu dem elektrisch leitfähigen Element ein Strömungswiderstand angeordnet ist. Ein Strömungswiderstand kann beispielsweise durch einen gekrümmten Abschnitt der Abgasleitung oder ein Bauteil in der Abgasleitung ausgebildet werden. Einbauten in der Abgasleitung können zum Beispiel ein Katalysator, ein Mischer oder ein Partikelfilter sein. Insbesondere in diesen Bereichen kann es zu Reduktionsmittelablagerungen kommen. Das elektrisch leitfähige Element 15 kann zudem selbst als ein Strömungswiderstand, zum Beispiel in der Form eines Blechs, ausgebildet sein. In der Figur 1 sind beispielhaft zwei weitere denkbare Anordnungen für ein elektrisch leitfähiges Element mit dem Bezugszeichen "X" und "Y" angegeben.

[0040] In einigen Ausführungsformen weist die Vorrichtung eine Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Elementen auf.

[0041] Die Messeinrichtung 16 ist entsprechend ihrem Messprinzip mit dem elektrisch leitfähigen Element 15 direkt oder indirekt über den Stromkreis 17 verbunden. Die Messeinrichtung 16 ist dazu ausgebildet, einen elektrischen Kennwert (zum Beispiel Spannung, Strom, Widerstand) des elektrisch leitfähigen Elements 15 zu messen. Die Messeinrichtung 16 kann als ein Widerstandsmessgerät zur Messung eines elektrischen Widerstands,

als ein Spannungsmessgerät zur Messung einer elektrischen Spannung und/oder als ein Strommessgerät zur Messung eines elektrischen Stroms ausgebildet sein. Die Messeinrichtung 16 ist mit der Auswerteeinheit 18 elektronisch verbunden. Die Messeinrichtung 16 ist entsprechend ihrem Messprinzip mit dem elektrisch leitfähigen Element 15 verbunden. In dem dargestellten Beispiel ist die Messeinrichtung 16 parallel zu dem elektrisch leitfähigen Element 15 angeordnet, so dass bspw. eine an dem elektrisch leitfähigen Element 15 anliegende Spannung messbar ist.

[0042] Die Auswerteeinheit 18 kann den von der Messeinrichtung 16 gemessenen elektrischen Kennwert empfangen und auswerten. Die Auswerteeinheit 18 kann insbesondere bestimmen, ob eine Reduktionsmittelablagerung an dem elektrisch leitfähigen Element 15 vorliegt oder nicht. Die Bestimmung erfolgt in Abhängigkeit von dem empfangenen elektrischen Kennwert. Liegt eine Reduktionsmittelablagerung an dem elektrisch leitfähigen Element 15 vor, so kann darauf geschlossen werden, dass in der Abgasleitung noch weitere Reduktionsmittelablagerungen vorliegen und das eingespritzte Reduktionsmittel nicht vollständig verdampft.

[0043] Eine Reduktionsmittelablagerung an dem elektrisch leitfähigen Element 15 bewirkt eine Abkühlung des elektrisch leitfähigen Elements 15, da das elektrisch leitfähige Element 15 nicht mehr vollständig von dem heißen Abgase umströmt wird. Die Abkühlung des elektrisch leitfähigen Elements 15 führt zu einer Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit (des elektrischen Widerstands) des elektrisch leitfähigen Elements 15. Diese Veränderung kann von der Messeinrichtung 16 gemessen und von der Auswerteeinheit 18 einer Reduktionsmittelablagerung zugeordnet werden. Wenn die Ablagerung auf dem elektrisch leitfähigen Element elektrisch leitfähig ist, so ändert diese dadurch ebenso den gemessenen elektrischen Kennwert. Diese Änderung kann einer Reduktionsmittelablagerung zugeordnet werden.

[0044] Es ist ebenso möglich, dass die Auswerteeinheit eine Überprüfung auf eine Reduktionsmittelablagerung basierend auf einem Vergleich zwischen einem elektrischen Kennwert des elektrisch leitfähigen Elements 15 und einem Referenzwert für die gegebenen Betriebsbedingungen durchführt.

[0045] In einigen Ausführungsformen kann die Auswerteeinheit 18 zusätzlich einen Grad der Reduktionsmittelablagerung auf Grundlage des elektrischen Kennwerts bestimmen. Eine große Veränderung des elektrischen Kennwerts lässt auf einen höheren Grad an Reduktionsmittelablagerungen schließen. Zudem kann die Auswerteeinheit eine zeitliche Änderung insbesondere einer Größe einer Reduktionsmittelablagerung bestimmen.

[0046] Wenn das Vorhandensein einer Reduktionsmittelablagerung von der Auswerteeinheit 18 erfasst wird und/oder ein Grad oder eine zeitliche Änderung der Reduktionsmittelablagerung einen Grenzwert überschreitet, so können je nach Anforderung und Anwendungs-

umgebung verschiedene Maßnahmen unternommen werden. Hierin sind später unter Bezugnahme auf Figur 2 und Figur 3 verschiedene Verfahren für die Anwendung auf einem Motorprüfstand (Figur 2) und in einem Fahrzeug (Figur 3) beschrieben.

[0047] Insbesondere kann die Steuereinheit 20, die mit der Auswerteeinheit 18 elektronisch verbunden ist, eine Reduktionsmitteldosierrate durch den Reduktionsmittelinjektor 14 in Abhängigkeit von der Bestimmung einer Reduktionsmittelablagerung einstellen.

[0048] Vorzugsweise kann die Steuereinheit 20 eine Reduktionsmitteldosierrate durch den Reduktionsmittelinjektor 14 verringern, wenn eine Reduktionsmittelablagerung bestimmt wurde. Hierzu kann beispielsweise eine Öffnungshäufigkeit, ein Öffnungsgrad und/oder eine Öffnungsdauer des Reduktionsmittelinjektors 14 verringert werden.

[0049] Andererseits ist es ebenso möglich, dass die Steuereinheit 20 eine Reduktionsmitteldosierrate durch den Reduktionsmittelinjektor 14 erhöht, wenn keine Reduktionsmittelablagerung erfasst wurde. Eine Erhöhung der Reduktionsmitteldosierrate kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn ein Stickoxidsensor (nicht dargestellt) eine zu hohe Stickoxidkonzentration stromabwärts des Katalysators zur selektiven katalytischen Reduktion erfasst. Zur Erhöhung der Reduktionsmitteldosierrate kann beispielsweise eine Öffnungshäufigkeit, ein Öffnungsgrad und/oder eine Öffnungsdauer des Reduktionsmittelinjektors 14 erhöht werden.

[0050] Die Steuereinheit 20 kann als ein elektronisches Steuergerät in einem Kraftfahrzeug ausgebildet sein. Das Kraftfahrzeug kann insbesondere ein Nutzfahrzeug wie ein Omnibus oder ein Lastkraftwagen sein. Alternativ kann die Steuereinheit 20 beispielsweise als ein Computersystem eines Prüfstands, zum Beispiel eines Motorprüfstands, ausgebildet sein.

[0051] Die Steuereinheit 20 kann ferner mit einem Schalter 22 des Stromkreises 17 elektronisch verbunden sein. Die Steuereinheit 20 kann den Schalter 22 schließen, wenn eine Überprüfung auf Reduktionsmittelablagerungen durchgeführt werden soll. Dies kann beispielsweise immer dann der Fall sein, wenn Reduktionsmittel von den Reduktionsmittelinjektor 14 eingespritzt wird. Der Schalter 22 kann auch dauerhaft geschlossen sein, wenn eine kontinuierliche Überprüfung auf Reduktionsmittelablagerungen durchgeführt wird.

[0052] Die Vorrichtung 10 kann ferner einen Temperatursensor 26 aufweisen. Der Temperatursensor 26 ist zur Messung einer Temperatur eines Abgasstroms in der Abgasleitung 12 ausgebildet und angeordnet. Der Temperatursensor 26 kann teilweise in die Abgasleitung 12 ragen. Die Auswerteeinheit 18 ist mit dem Temperatursensor 26 zum Empfang von gemessenen Temperaturen verbunden. Die Auswerteeinheit 18 kann eine Überprüfung auf eine Reduktionsmittelablagerung an dem elektrisch leitfähigen Element 15 folglich zusätzlich in Abhängigkeit von einer Abgastemperatur bestimmen. Somit kann insbesondere ein Unterschied zwischen einer

elektrischen Leitfähigkeit des Elements 15 bei einer Temperatur, die der Abgastemperatur entspricht, und einer tatsächlich festgestellten elektrischen Leitfähigkeit (über den elektrischen Kennwert) untersucht werden.

[0053] In einigen Ausführungsformen kann die Auswerteeinheit 18 zusätzlich oder alternativ Informationen empfangen, die sich auf einen aktuellen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors beziehen. Diese Informationen können ebenfalls zur Überprüfung auf eine Reduktionsmittelablagerung verwendet werden.

[0054] Die Figur 2 zeigt ein beispielhaftes Verfahren zum Ermitteln eines Kennfelds, das eine maximale Reduktionsmitteldosierate in Beziehung zu einem Motorbetriebspunkt setzt. Der Motorbetriebspunkt kann beispielsweise durch eine Last an dem Verbrennungsmotor, einen Zylinderdruck, eine Zylindertemperatur, eine Gaspedalstellung, eine Drehzahl des Verbrennungsmotors, ein Drehmoment des Verbrennungsmotors, eine Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors, einen Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors, eine Abgastemperatur und/oder eine Abgasströmungsmenge des Verbrennungsmotors gekennzeichnet sein.

[0055] Nachfolgend ist das beispielhafte Verfahren der Figur 2 unter Bezugnahme auf die Vorrichtung von Figur 1 beschrieben.

[0056] In einem ersten Schritt S100 wird ein neuer Motorbetriebspunkt für den Verbrennungsmotor eingestellt. Der Verbrennungsmotor wird mit diesem neuen Motorbetriebspunkt betrieben. Für diesen Motorbetriebspunkt soll nachfolgend die maximal mögliche Reduktionsmitteldosierate ermittelt werden.

[0057] Im Schritt S102 wird eine Minimaldosierung des Reduktionsmittels eingestellt. Die Minimaldosierung des Reduktionsmittels kann beispielsweise durch die Konstruktion und/oder Steuerbarkeit des Reduktionsmittelinjektors 14 vorgegeben sein. Die Minimaldosierung wird in Form eines Steuerbefehls eingestellt, mit dem der Reduktionsmittelinjektor 14 angesteuert wird.

[0058] Der Steuerbefehl zum Ansteuern des Reduktionsmittelinjektors 14 kann sich auf eine Öffnungsdauer, eine Öffnungshäufigkeit und/oder einen Öffnungsgrad des Reduktionsmittelinjektors 14 beziehen.

[0059] Im Schritt S104 wird ein Reduktionsmittel in die Abgasleitung 12 durch den Reduktionsmittelinjektor 14 eingeleitet. Das Reduktionsmittel wird gemäß der zuvor eingestellten Dosierung eingeleitet.

[0060] Im Schritt S106 wird von der Messeinrichtung 16 ein elektrischer Kennwert des elektrisch leitfähigen Elements 15 gemessen. Im Schritt S108 wird der elektrische Kennwert von der Auswerteeinheit 18 verarbeitet. Die Auswerteeinheit 18 überprüft auf das Vorhandensein von Reduktionsmittelablagerungen an (auf) dem elektrisch leitfähigen Element 15 basierend auf den elektrischen Kennwert.

[0061] Im Schritt S110 wird geprüft, ob die Auswerteeinheit 18 im Schritt S118 eine Reduktionsmittelablagerung bestimmt hat. Wenn eine Reduktionsmittelablagerung bestimmt wurde, so wird mit Schritt S112 fortgefah-

ren. Wenn keine Reduktionablagerung bestimmt wurde, so wird mit Schritt S116 fortgefahren.

[0062] Im Schritt S112 kann geprüft werden, ob die bestimmte Reduktionsmittelablagerung einen Grenzwert überschreitet. Der Grenzwert kann so definiert sein, dass nur kleine bestimmte Reduktionsmittelablagerungen unbeachtlich bleiben, da diese beispielsweise aus Messungenauigkeiten usw. herrühren können. Der Grenzwert kann beispielsweise als Toleranzbereich um einen Referenzwert oder um eine prozentuale Veränderung des elektrischen Kennwerts innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer definiert sein.

[0063] Wenn der Grenzwert überschritten wurde, so wird das zu erstellende Kennfeld im Schritt S114 aktualisiert. Insbesondere wird die derzeitige Reduktionsmitteldosierate oder die zuvor eingestellte Reduktionsmitteldosierate, bei der die Reduktionsmittelablagerungen noch keinen Grenzwert überschritten haben, als die maximal mögliche Reduktionsmitteldosierate für den eingestellten Motorbetriebspunkt aktualisiert. Das Verfahren beginnt erneut bei Schritt S100 mit der Einstellung eines neuen Motorbetriebspunkts, für den eine Maximaldosierate festgestellt werden soll.

[0064] Wenn kein Grenzwert überschritten wurde (Schritt S112) oder keine Ablagerung bestimmt wurde (Schritt S110), wird die Reduktionsmitteldosierate im Schritt S116 erhöht. Das Verfahren beginnt erneut bei Schritt S104 mit der Einleitung des Reduktionsmittels.

[0065] Die Figur 4 zeigt ein Verfahren, das während des Betriebs eines Kraftfahrzeugs verwendet werden kann.

[0066] Die Schritte S200 bis S208 können im Wesentlichen wie die Schritte S104 bis S112 durchgeführt werden, sodass zur Vermeidung von Wiederholungen auf eine ausführliche Beschreibung verzichtet wird.

[0067] Wird im Schritt S206 keine Ablagerung bestimmt oder im Schritt S208 kein Grenzwert überschritten, so wird das Verfahren in einer weiteren Schleife mit einem Neustart bei Schritt S200 durchgeführt.

[0068] Wird im Schritt S208 ein Grenzwert überschritten, so können im Schritt S210 geeignete Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Zum Ablösen der Reduktionsmittelablagerungen kann bspw. eine Abgastemperatur und/oder eine Abgasströmungsmenge erhöht werden.

[0069] Zusätzlich kann im Schritt S210 ein bspw. in der Steuereinheit hinterlegtes Kennfeld bezüglich der maximalen Reduktionsmitteldosierate aktualisiert werden.

[0070] Im Schritt S212 kann, wenn gewünscht, eine Dosierrate angepasst werden. Zum Beispiel kann eine Dosierrate erhöht werden, wenn keine Ablagerungen festgestellt werden oder kein Grenzwert überschritten wird. Eine Dosierrate kann bspw. verringert werden, wenn ein Grenzwert für die Ablagerung überschritten wird.

[0071] Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und

Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen. Insbesondere beansprucht die Erfindung auch Schutz für den Gegenstand und die Merkmale der Unteransprüche unabhängig von den in Bezug genommenen Ansprüchen.

Bezugszeichenliste

[0072]

10	Vorrichtung zur Erfassung von Reduktionsmittelablagerungen	
12	Abgasleitung	
14	Reduktionsmittelinjektor	
15	Elektrisch leitfähiges Element	5
16	Messeinrichtung	
17	Stromkreis	
18	Auswerteeinheit	
20	Steuereinheit	20
22	Schalter	
24	Spannungsquelle	
26	Temperatursensor	
A, B	Strömungsrichtung	
X, Y	Mögliche Positionen für elektrisch leitfähiges Element	25

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur Erfassung von Ablagerungen, insbesondere Betriebsmittelablagerungen, vorzugsweise Reduktionsmittelablagerungen, und/oder Verbrennungsproduktablagerungen, vorzugsweise Ruß oder Asche, in einem Abgastrakt eines Verbrennungsmotors, aufweisend:

eine Abgasleitung (12);
 ein elektrisch leitfähiges Element (15), das in der Abgasleitung (12) angeordnet ist,
 eine Messeinrichtung (16), die mit dem elektrisch leitfähigen Element (15) verbunden und dazu ausgebildet ist, mindestens einen elektrischen Kennwert, insbesondere einen Strom, eine Spannung und/oder einen Widerstand, des elektrisch leitfähigen Elements (15) zu messen und auszugeben; und
 eine Auswerteeinheit (18), die dazu ausgebildet ist, den elektrischen Kennwert zu empfangen und eine Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element (15) befindliche Ablagerung basierend auf dem elektrischen Kennwert durchzuführen.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, wobei die Auswerteeinheit (18) dazu ausgebildet ist:

eine Überprüfung auf eine an dem elektrisch leit-

fähigen Element (15) befindliche Ablagerung basierend auf einer zeitlichen Veränderung des elektrischen Kennwerts durchzuführen; und/oder

eine Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element (15) befindliche Ablagerung basierend auf einem Vergleich zwischen dem elektrischen Kennwert und einem Referenzwert, insbesondere einen Referenzwert für die gegebenen Betriebsbedingungen, durchzuführen.

3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei:

das elektrisch leitfähige Element (15) ein Draht und/oder ein Blech ist; und/oder
 eine Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Elementen (15) vorgesehen ist, wobei für jedes elektrisch leitfähige Element (15) mindestens ein elektrischer Kennwert gemessen wird.

4. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das elektrisch leitfähige Element (15) ein Blech ist, das in einer Ebene liegt, die mit einer Längsachse der Abgasleitung (12) einen Winkel, vorzugsweise einen senkrechten Winkel, einschließt.

5. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Auswerteeinheit (18) dazu ausgebildet ist:

einen Grad der Ablagerung zu bestimmen; und/oder
 ein Vorhandensein der Ablagerung zu bestimmen; und/oder eine zeitliche Änderung der Ablagerung zu bestimmen.

6. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner aufweisend:

einen Temperatursensor (26) zur Messung einer Abgastemperatur, der in der Abgasleitung (12) angeordnet ist, wobei die Auswerteeinheit (18) mit dem Temperatursensor (26) in Kommunikationsverbindung steht und dazu ausgebildet ist, die Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element (15) befindliche Ablagerung zusätzlich basierend auf einer von dem Temperatursensor (26) erfassten Temperatur durchzuführen.

7. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner aufweisend einen Stromkreis (17), der das elektrisch leitfähige Element (15) und ferner insbesondere einen Schalter (22) zum Schließen des Stromkreises (17) und/oder eine Spannungsquelle

- (24) aufweist.
8. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Auswerteeinheit (18) ferner dazu ausgebildet ist, Daten zu empfangen, die sich auf einen Betriebspunkt des Verbrennungsmotors beziehen, und die Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element (15) befindliche Ablagerung zusätzlich basierend auf den Daten zu bestimmen. 5
9. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Messeinrichtung (16) aufweist:
- ein Strommessgerät, das zur Messung eines Stroms durch das elektrisch leitfähige Element (15) und/oder den Stromkreis (17) angeordnet ist; und/oder 15
- ein Spannungsmessgerät, das zur Messung einer an dem elektrisch leitfähigen Element (15) und/oder dem Stromkreis (17) anliegenden Spannung angeordnet ist; und/oder 20
- ein Widerstandsmessgerät, das zur Messung eines elektrischen Widerstands des elektrisch leitfähigen Elements (15) und/oder des Stromkreises (17) angeordnet ist. 25
10. Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner mit einem Betriebsmittelinjektor (14), insbesondere einen Reduktionsmittelinjektor (14), wobei der Betriebsmittelinjektor (14) zum Einleiten eines Betriebsmittels, insbesondere eines Reduktionsmittels, in die Abgasleitung (12) angeordnet ist, wobei das elektrisch leitfähige Element (15) insbesondere stromabwärts des Betriebsmittelinjektors (14) angeordnet ist. 30
11. Vorrichtung (10) nach Anspruch 10, ferner aufweisend eine Steuereinheit (20), die mit dem Betriebsmittelinjektor (14) in Kommunikationsverbindung steht und dazu ausgebildet ist, den Betriebsmittelinjektor (14) basierend auf der Überprüfung auf eine an dem elektrisch leitfähigen Element befindliche Ablagerung (15) zu steuern. 40
12. Vorrichtung (10) nach Anspruch 11, wobei die Steuereinheit (20) dazu ausgebildet ist: 45
- eine Betriebsmitteldosierrate des Betriebsmittelinjektors (14) zu verringern, wenn die Auswerteeinheit (18) ein Vorhandensein einer Ablagerung bestimmt, der bestimmte Grad der Ablagerung einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet und/oder die zeitliche Änderung der Ablagerung einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet; und/oder 50
- den Verbrennungsmotor zur Erhöhung einer Abgastemperatur und/oder einer Abgasströmungsmenge zu steuern, wenn die Auswerteeinheit (18) ein Vorhandensein einer Ablagerung bestimmt, der bestimmte Grad der Ablagerung einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet und/oder die zeitliche Änderung der Ablagerung einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet. 55
13. Vorrichtung (10) nach Anspruch 11 oder Anspruch 12, wobei die Steuereinheit (20) dazu ausgebildet ist, für einen oder eine Mehrzahl von Motorbetriebspunkten des Verbrennungsmotors eine maximale Betriebsmitteldosierrate zu bestimmen und/oder zu aktualisieren, bei der keine Ablagerung von der Auswerteeinheit (18) bestimmt wird.
14. Prüfstand, insbesondere Motorprüfstand, oder Kraftfahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, mit der Vorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche.
15. Verfahren zur Erfassung von Ablagerungen, insbesondere Betriebsmittelablagerungen, vorzugsweise Reduktionsmittelablagerungen, und/oder Ablagerungen von Verbrennungsprodukten, insbesondere Ruß oder Asche, in einem Abgastrakt eines Verbrennungsmotors, aufweisend:
- Messen eines elektrischen Kennwerts eines elektrisch leitfähigen Elements (15), das in einer Abgasleitung (12) angeordnet ist; und Überprüfen auf eine Ablagerung an dem elektrisch leitfähigen Element (15) basierend auf dem elektrischen Kennwert; und optional: Einleiten von Reduktionsmittel in die Abgasleitung (12).

Fig. 2

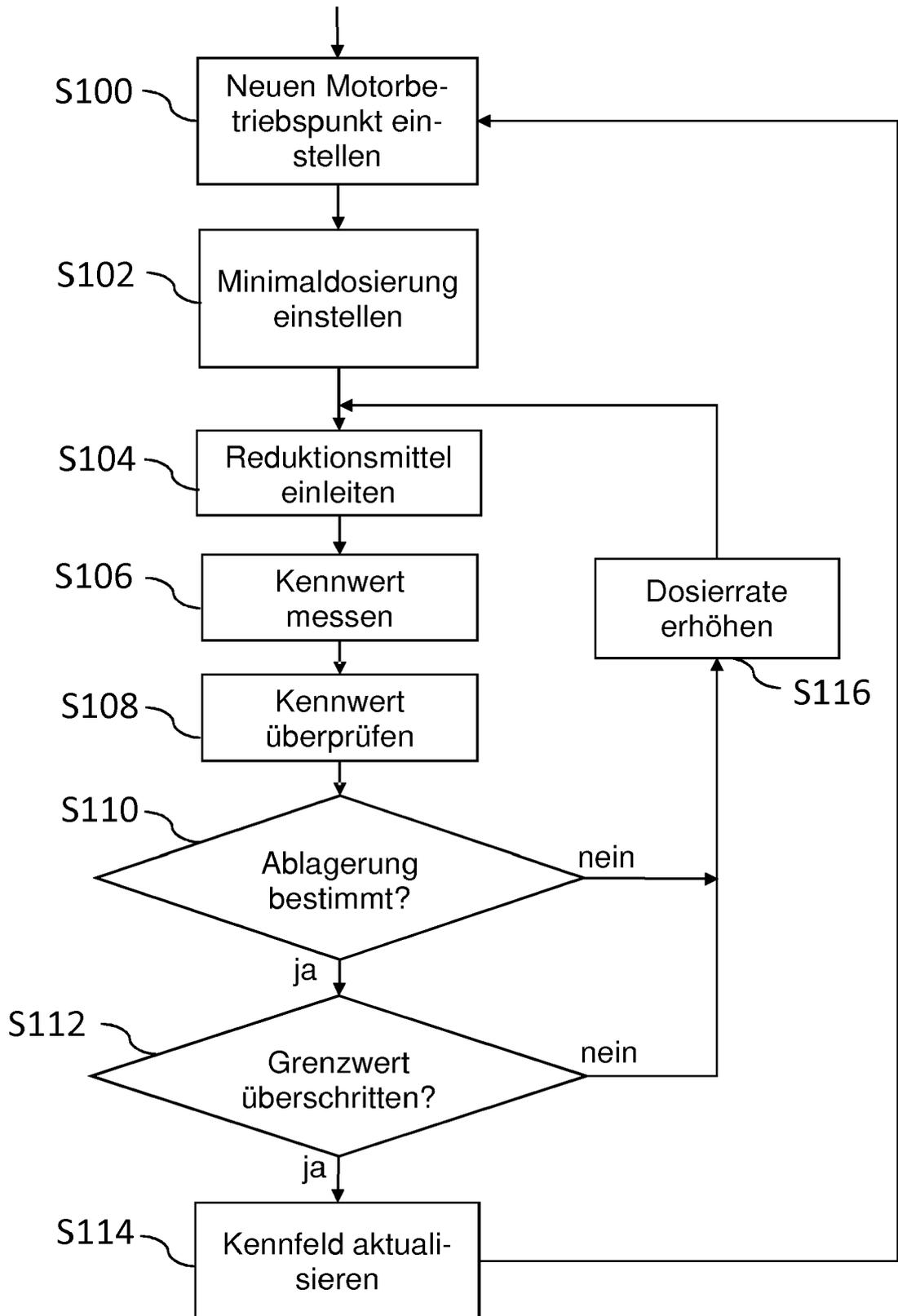
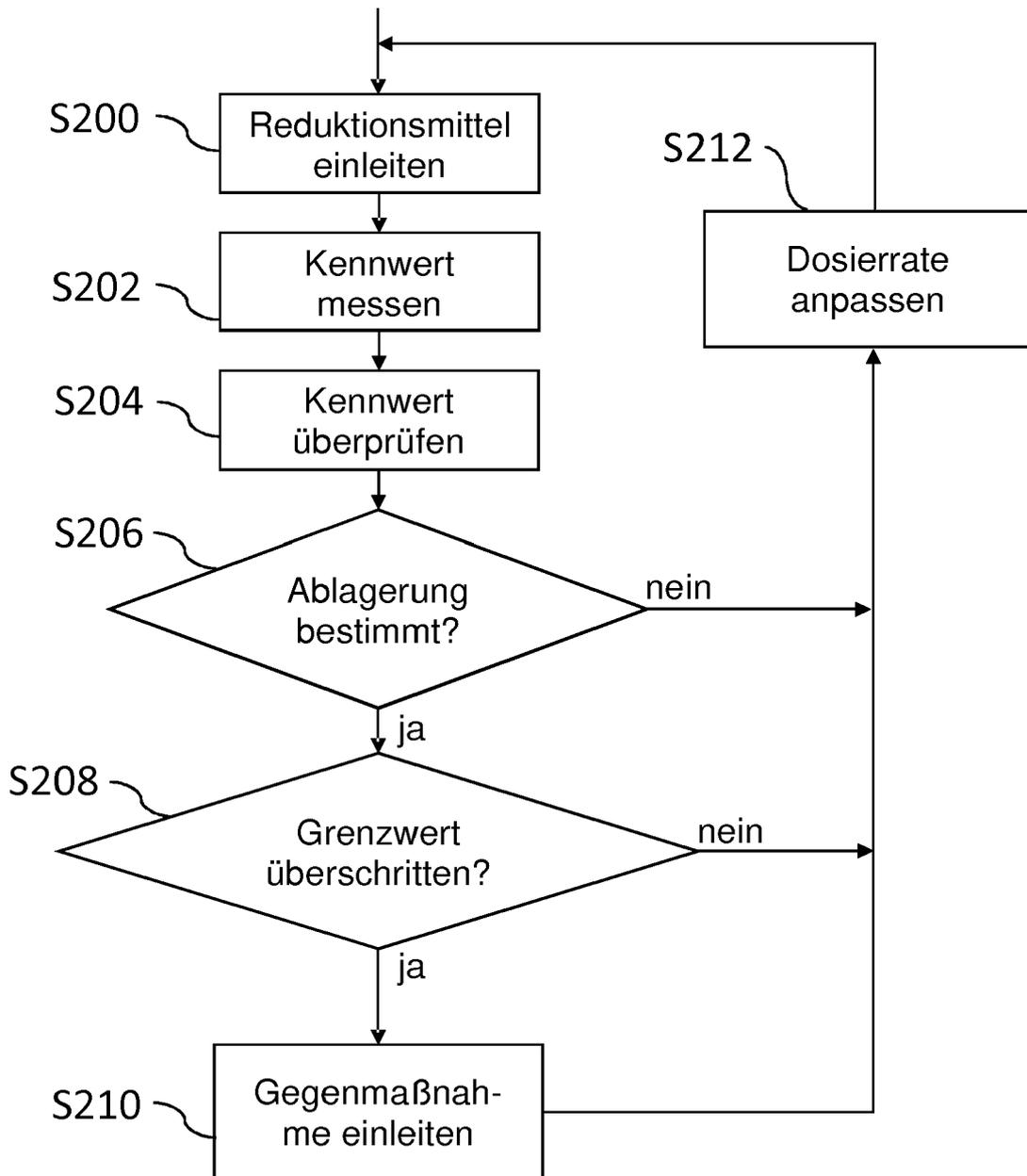


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 17 0780

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2010 042226 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 28. April 2011 (2011-04-28)	1-6,14,15	INV. F01N13/00
A	* Absatz [0079] - Absatz [0081] * * Absatz [0083] - Absatz [0086]; Abbildungen 1-4 *	7-13	
A,D	----- EP 2 927 443 A1 (CATERPILLAR INC [US]) 7. Oktober 2015 (2015-10-07) * Absatz [0013] - Absatz [0016]; Abbildungen 1,2 * -----	5,6,12,13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Juni 2018	Prüfer Zebst, Marc
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 17 0780

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-06-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102010042226 A1	28-04-2011	DE 102010042226 A1 JP 2011080439 A	28-04-2011 21-04-2011
15	EP 2927443 A1	07-10-2015	CN 106164432 A EP 2927443 A1 EP 3140522 A1 US 2017096924 A1 WO 2015150498 A1	23-11-2016 07-10-2015 15-03-2017 06-04-2017 08-10-2015
20	-----			
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102008018063 A1 **[0004]**
- WO 2015150498 A1 **[0005]**