



(10) **DE 10 2010 002 420 A1** 2011.09.01

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 002 420.1**

(22) Anmeldetag: **26.02.2010**

(43) Offenlegungstag: **01.09.2011**

(51) Int Cl.: **G01N 21/53** (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

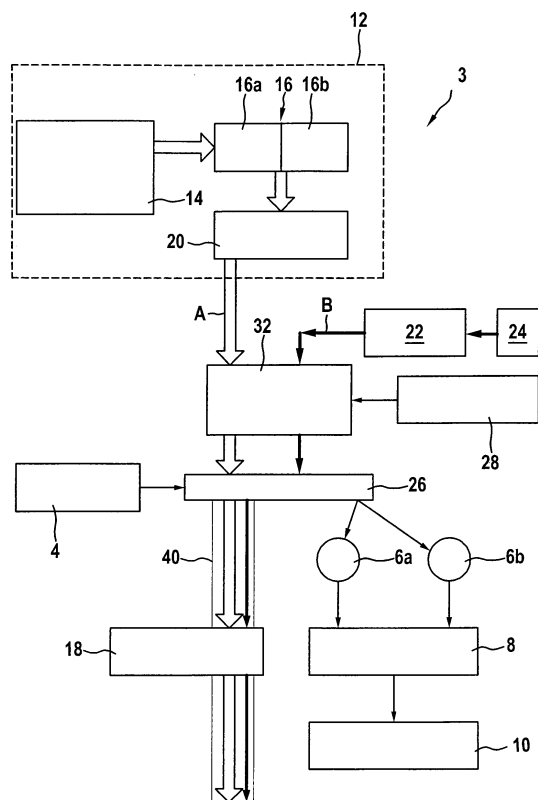
(72) Erfinder:

**Stengel, Karl, 73779, Deizisau, DE; Haaga,
Gerhard, 73275, Ohmden, DE; Neuendorf,
Michael, 73207, Plochingen, DE; Sieg, Raymond,
73732, Esslingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Qualität der Messergebnisse eines Streulichtmessgerätes**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Bestimmung der Qualität der Messergebnisse eines Streulichtmessgerätes (3) zur Messung von Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen, das wenigstens eine Streulicht-Messkammer (26), wenigstens eine Lichtquelle (4) und wenigstens einen Lichtsensor (6a, 6b) aufweist, umfasst die Schritte: Bestimmen der Differenz R zwischen zwei Streulichtsensordesignalen (S1, S2), die in einem Referenzzustand des Streulichtmessgerätes aufgenommen worden sind; Bestimmen der Differenz (D) zwischen zwei Streulichtsensordesignalen (M1, M2), die in einem gebrauchten Zustand des Streulichtmessgerätes aufgenommen worden sind; und Vergleichen der Differenz (D) der im gebrauchten Zustand aufgenommenen Signale mit der Referenz-Signaldifferenz (R) der im Referenzzustand aufgenommenen Signale.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren zur Bestimmung der Qualität der Messergebnisse eines Streulichtmessgerätes, wie es zur Messung von Partikelkonzentrationen in Kraftfahrzeugabgasen verwendet wird, und ein Streulichtmessgerät, das zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet ist.

[0002] Die Verwendung von Streulichtverfahren zur Messung der Konzentration von Partikeln in Abgasen und anderen Kolloiden ist im Stand der Technik bekannt.

[0003] Dabei wird üblicherweise eine in einer Messkammer angeordnete, lichtstarke Lichtquelle, wie z. B. ein Laser, eingesetzt und das zu messende Kolloid wird durch die Messkammer geleitet. In der Messkammer ist wenigstens ein Lichtsensor vorhanden, der Streulicht, das von im Kolloid vorhandenen Partikeln gestreut worden ist, detektiert. Auch wenn so genannte Spülluftvorhänge eingesetzt werden, um die Lichtausgangsflächen der Lichtquelle und die Lichteingangsflächen der Lichtsensoren, die mit den Abgasen in Berührung kommen, sauber von Ablagerungen zu halten, werden die Lichteingangs- und -ausgangsflächen im Laufe der Zeit durch Partikelablagerungen verschmutzt, die Intensität der von den Lichtsensoren ausgegebenen Signale nimmt ab und die Messergebnisse werden verfälscht. Eine Verfälschung der Messergebnisse kann auch durch eine Alterung von Bauelementen der Lichtquelle, der Lichtsensoren und/oder der Verstärker- und Auswertelektronik verursacht werden.

[0004] Es ist daher wichtig, Verschmutzungen und/oder eine Alterung der kritischen Bauelemente eines solchen Messgerätes zu erkennen, um die Genauigkeit und Validität der mit dem Messgerät gemessenen Daten beurteilen zu können.

[0005] Abgasmessgeräte, die für amtliche Messungen verwendet werden, fallen unter die Eichpflicht, wodurch sich die Notwendigkeit, eine hinreichende Genauigkeit der Messergebnisse sicherzustellen, noch weiter erhöht.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die Qualität der Messergebnisse eines Streulichtmessgerätes zuverlässig und mit guter Genauigkeit zu bestimmen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Verfahren nach dem unabhängigen Patentanspruch 1 und ein erfindungsgemäßes Streulichtmessgerät nach dem Patentanspruch 10 gelöst. Die

abhängigen Ansprüche beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0008] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Bestimmung Qualität der Messergebnisse eines Streulichtmessgerätes, das zur Messung einer Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen vorgesehen ist und wenigstens eine Streulicht-Messkammer, wenigstens eine Lichtquelle und wenigstens einen Lichtsensor aufweist, schließt den Schritt ein, das Streulichtmessgerät zunächst in einem definierten Referenzzustand, in dem idealerweise keine Ablagerungen in der Streulicht-Messkammer vorhanden sind und sich die Bauelemente in einem neuwertigen Zustand befinden, zu betreiben (Initialisierung). Dieser Zustand ist beispielsweise unmittelbar nach der Herstellung des Streulichtmessgerätes bzw. nach dem Austausch oder der gründlichen Reinigung der relevanten Bauelemente, wie beispielsweise der Streulicht-Messkammer, gegeben.

[0009] Erfindungsgemäß wird das Streulichtmessgerät, das sich in einem beschriebenen Referenzzustand befindet, in einem ersten definierten Betriebszustand betrieben. In einer ersten Variante ist die Lichtquelle im ersten Betriebszustand ausgeschaltet. Alternativ ist die Lichtquelle im ersten Betriebszustand eingeschaltet und ein erster Referenzgasstrom mit einer ersten definierten Partikelkonzentration oder ein erster Messkörper mit definierten Streueigenschaften wird in die Streulicht-Messkammer eingebracht, um definiertes Streulicht zu erzeugen. Das Signal eines oder mehrerer Streulichtsensoren wird gemessen und als erstes Streulichtsensorsignal S1 gespeichert.

[0010] Danach wird das Streulichtmessgerät in einen zweiten definierten Betriebszustand gebracht, in dem die Lichtquelle eingeschaltet ist und ein zweiter Referenzgasstrom mit einer zweiten definierten Partikelkonzentration oder ein zweiter Messkörper mit definierten Streueigenschaften, die sich von den Streueigenschaften des ersten Messkörpers unterscheiden, wird in die Streulicht-Messkammer eingebracht, um definiertes Streulicht zu erzeugen, das sich von dem Streulicht im ersten Betriebszustand unterscheidet.

[0011] Auch im zweiten definierten Betriebszustand wird das Signal des Streulichtsensors bzw. der Streulichtsensoren gemessen und als zweites Streulichtsensorsignal S2 gespeichert.

[0012] Die Differenz zwischen dem zweiten Streulichtsensorsignal S2 und dem ersten Streulichtsensorsignal S1 ergibt eine Referenz-Signaldifferenz $R = S2 - S1$, die in einer geeigneten Speichervorrichtung zur späteren Verwendung gespeichert wird.

[0013] Die Initialisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist damit abgeschlossen.

[0014] Zur Bestimmung Qualität der Messergebnisse eines Streulichtmessgeräts, das für eine gewisse Zeit und/oder eine gewisse Anzahl von Messvorgängen in Betrieb gewesen ist, werden die zuvor beschriebenen Schritte wiederholt:

Der erste, während der Initialisierung eingerichtete, definierte Betriebszustand, in dem die Lichtquelle ausgeschaltet ist oder in dem die Lichtquelle eingeschaltet ist und ein erster Referenzgasstrom mit einer ersten definierten Partikelkonzentration oder der erste Messkörper in die Streulicht-Messkammer eingebracht ist, wird wiederhergestellt und ein erstes Streulichtsensordesignal M1 des Streulichtsensors bzw. der Streulichtsensoren wird gemessen und gespeichert.

[0015] Danach wird der zweite, während der Initialisierung eingerichtete, definierte Betriebszustand, bei dem ein zweiter Referenzgasstrom, der eine zweite definierte Partikelkonzentration hat, oder der zweite Messkörper in die Streulicht-Messkammer eingebracht ist, eingestellt und ein zweites Streulichtsensordesignal M2 wird gemessen und gespeichert. Die Differenz $D = M2 - M1$ zwischen den in den beiden definierten Betriebszuständen gemessenen Streulichtsensordesignalen M2 und M1 wird berechnet und mit der in der Initialisierung bestimmten Referenz-Signaldifferenz R verglichen.

[0016] Die Abweichung der im gebrauchten bzw. gealterten Zustand des Streulicht-Messgerätes ermittelten Signaldifferenz D von der Referenz-Signaldifferenz R ist ein zuverlässiges Maß für die Qualität der Messergebnisse des Streulicht-Messgerätes.

[0017] Für die Abweichung der im gebrauchten bzw. gealterten Zustand des Streulicht-Messgerätes ermittelten Signaldifferenz D von der Referenz-Signaldifferenz R kann ein Schwellwert definiert werden, bei dessen Überschreiten dem Benutzer eine Warnung angezeigt wird und/oder der weitere Betrieb des Streulichtmessgerätes verhindert wird, da die Genauigkeit der Ergebnisse nicht mehr den (gesetzlichen) Anforderungen entspricht. Es können auch zwei Schwellwerte derart definiert werden, dass bei einer Überschreitung eines ersten, niedrigeren Schwellwertes eine Warnung ausgegeben wird und bei Überschreiten eines zweiten, höheren Schwellwertes der weitere Betrieb des Streulichtmessgerätes verhindert wird.

[0018] Dadurch, dass das Verfahren auf dem Vergleich der Differenzen von jeweils zwei Streulichtsensordesignale beruht, die in zwei verschiedenen Betriebszuständen aufgenommen worden sind, können systematische Fehler, wie z. B. Offset-Fehler der Sensor- und Verstärkeranordnung ausgeschlossen

oder zumindest reduziert werden. Dadurch erreicht das Verfahren eine besonders hohe Genauigkeit.

[0019] In einer Ausführungsform ist die Lichtquelle im ersten definierten Betriebszustand ausgeschaltet und der Dunkelwert der Streulicht-Messkammer, d. h. das Ausgangssignal des Streulichtsensors, das bei ausgeschalteter Lichtquelle und dunkler Messkammer ausgegeben wird, wird als Streulichtsensordesignal S1 verwendet. In dieser Ausführungsform muss nur ein einziger Referenzgasstrom mit einer definierten Partikelkonzentration bereitgestellt werden. Das Verfahren ist daher besonders einfach und kostengünstig durchzuführen.

[0020] In einer alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Lichtquelle in beiden definierten Betriebszuständen eingeschaltet und in jedem Betriebszustand wird ein Referenzgasstrom mit einer definierten Partikelkonzentration durch die Streulicht-Messkammer geleitet, wobei sich die Partikelkonzentration im zweiten Betriebszustand von der Partikelkonzentration im ersten Betriebszustand unterscheidet. Durch ein solches Verfahren, bei dem zwei Referenzgasströme mit unterschiedlichen Partikelkonzentrationen miteinander verglichen werden, kann der Verschmutzungsgrad mit besonders hoher Genauigkeit bestimmt werden.

[0021] In einer Ausführungsform ist eines der Referenzgase ein so genanntes Nullgas, d. h. ein Gas, mit einer besonders niedrigen Partikelkonzentration. Ein solches Nullgas steht häufig als Spülgas und/oder als Gas für den Nullabgleich des Messgerätes zur Verfügung. Das Verfahren kann daher unter Verwendung des vorhandenen Nullgases kostengünstig ohne zusätzlichen Aufwand für die Bereitstellung eines Referenzgases durchgeführt werden.

[0022] In einer Ausführungsform wird in wenigstens einem Betriebszustand ein Messkörper, der eingestrahlt Licht in definierter Weise streut, in die Messkammer eingebracht. Der Messkörper ist so ausgestaltet, dass er das Streuverhalten eines Referenzgasstroms mit einer vorgegebenen Partikelkonzentration simuliert. Da ein solcher Messkörper keinem merklichen Alterungsprozess unterliegt und daher ein über lange Zeit konstantes Streuverhalten aufweist, kann durch den Einsatz eines solchen Messkörpers ein definierter Betriebszustand besonders effektiv und einfach mit hoher Genauigkeit und Reproduzierbarkeit wiederholt und dauerhaft eingestellt werden.

[0023] In einer Ausführungsform des Verfahrens werden die Schritte zur Bestimmung der Qualität der Messergebnisse regelmäßig in vorgegebenen Zeitabständen durchgeführt. Dadurch wird sichergestellt, dass die Qualität der Messergebnisse des Streulicht-Messgerätes regelmäßig überwacht wird und eine

Verschmutzung und/oder Alterung der Bauelemente, welche die Messergebnisse negativ beeinträchtigen könnten, zuverlässig und rechtzeitig erkannt wird.

[0024] In einer Ausführungsform werden die Schritte zur Bestimmung der Qualität der Messergebnisse regelmäßig nach einer vorgegebenen Anzahl von Messvorgängen durchgeführt. Dadurch wird die Qualität der Messergebnisse auch bei einer starken Benutzung des Messgerätes, bei der eine Überprüfung in vorgegebenen Zeitabständen nicht ausreichend ist, zuverlässig überwacht. Wird das Messgerät nur selten benutzt, werden durch ein solches Verfahren überflüssige Überprüfungen, die Zeit kosten, in denen das Gerät nicht für Messungen zur Verfügung steht, eingespart.

[0025] Die beiden Methoden können auch derart kombiniert werden, dass eine Überprüfung der Qualität der Messergebnisse immer dann stattfindet, wenn eine vorgegebene Anzahl von Messvorgängen durchgeführt worden ist oder wenn eine vorgegebene Zeit seit der letzten Überprüfung vergangen ist, je nachdem welches Kriterium früher erreicht wird. Durch eine solche Kombination kann die Messgenauigkeit des Messgerätes mit geringst möglichem Aufwand unter verschiedensten Betriebsbedingungen des Messgerätes dauerhaft sichergestellt werden.

[0026] In einer Ausführungsform des Verfahrens werden die Ergebnisse sämtlicher Überprüfungen dauerhaft gespeichert. So werden die Verschmutzung und Alterung des Messgerätes über die gesamte Lebensdauer protokolliert und können zu Eich-, Überwachungs- und/oder Wartungszwecken ausgewertet werden.

[0027] In einer Ausführungsform des Verfahrens werden die Initialisierungsschritte zur Bestimmung des Referenzzustandes unmittelbar nach der Herstellung des Streulichtmessgerätes vorgenommen. In diesem Zustand ist die Messkammer nicht verschmutzt und auch die anderen Bauelemente sind in einem neuwertigen Zustand, so dass der Referenzzustand besonders genau ermittelt werden kann. Auch kann die Initialisierung durch den Hersteller erfolgen, ohne den Anwender damit zu belasten und es wird verhindert, dass unerfahrene Anwender die Initialisierung vergessen oder fehlerhaft durchführen.

[0028] Alternativ kann die Initialisierung unmittelbar nach der Aufstellung des Streulichtmessgerätes am Einsatzort vorgenommen werden. Zusätzlich kann die Initialisierung auch nach jeder Reinigung der Streulichtmesskammer und/oder dem Austausch von für die Messgenauigkeit relevanten Bauelementen vorgenommen werden, um jeweils einen aktuellen Referenzwert zu erhalten.

[0029] Die Erfindung umfasst auch ein Streulichtmessgerät zur Messung der Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen mit wenigstens einer Speichervorrichtung zur Speicherung der Referenz-Signaldifferenz und einer Steuervorrichtung, welche ausgebildet ist, das Streulichtmessgerät so anzu-steuern, dass es ein erfindungsgemäßes Verfahren ausführt.

[0030] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Figur näher erläutert.

[0031] Die Figur zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel einer Streulicht-Messvorrichtung **3** zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0032] Die in Figur gezeigte Streulicht-Messvorrichtung **3** weist eine Messkammer **26** mit einer Lichtquelle **4** auf, die z. B. als Laser ausgebildet ist und im Betrieb Licht in die Messkammer **26** strahlt. In der Messkammer **26** sind zwei Lichtsensoren **6a**, **6b** angeordnet. In der schematischen Darstellung der [Fig. 1](#) sind die Lichtsensoren **6a**, **6b** aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit außerhalb der Messkammer **26** gezeichnet, obwohl sie in der Realität zumindest teilweise innerhalb oder an der Messkammer **26** angeordnet sind. Die Lichtsensoren **6a**, **6b** erfassen von der Lichtquelle **4** ausgestrahltes Licht, nachdem es von in der Messkammer **26** vorhandenen Partikeln gestreut worden ist. Die Lichtquelle **4** und die Lichtsensoren **6a**, **6b** sind so angeordnet, dass kein Licht direkt von der Lichtquelle **4** auf oder in die Lichtsensoren **6a**, **6b** strahlt. Die Lichtsensoren **6a**, **6b** sind vorzugsweise derart angeordnet, dass Licht, welches von den Partikeln in verschiedene Winkel gestreut wird, von verschiedenen Lichtsensoren **6a**, **6b** erfasst wird.

[0033] Die Lichtsensoren **6a**, **6b** sind elektrisch mit einer Auswerteinheit **8** verbunden, welche die von den Lichtsensoren **6a**, **6b** ausgegebenen Signale auswertet und insbesondere aus den von den Lichtsensoren **6a**, **6b** ausgegebenen Signalen die Partikelkonzentration des Kolloids in der Messkammer **26** bestimmt. Die Ergebnisse der Auswertung werden über eine Ausgabevorrichtung **10** ausgegeben. Die Ausgabevorrichtung **10** kann eine Anzeigevorrichtung (Display), einen Drucker und/oder eine Datenschnittstelle, die ausgebildet ist, die Ergebnisse an einen Datenverarbeitungs- oder eine Datenspeichervorrichtung, wie z. B. eine Diskette oder einen USB-Stick, zu übertragen, umfassen.

[0034] Die zu messenden Abgase eines schematisch dargestellten Kraftfahrzeugs **24** werden von einer Abgassonde **22**, die im oder am Auspuff des Kraftfahrzeugs **24** angeordnet ist, aufgenommen und durch einen Abgasschlauch und ein Schaltelement **32** der Messkammer **26** zugeführt. (Abgasstrom B).

[0035] Das Schaltelement **32** ist funktional mit einer Steuereinheit **28** verbunden und zwischen einem geöffneten Zustand, in dem es einen Zustrom von Abgasen aus dem Kraftfahrzeug **24** in die Messkammer **26** erlaubt, und einem geschlossenen Zustand, in dem der Zustrom von Abgasen aus dem Kraftfahrzeug **24** in die Messkammer **26** abgeschaltet ist, umschaltbar. Die Steuereinheit **28** ist bspw. elektrisch oder hydraulisch mit dem Schaltelement **32**, das z. B. als Ventil ausgebildet ist, verbunden.

[0036] Aus der Messkammer **26** strömen die Abgase über eine Abgasabfuhrvorrichtung **40** nach außen, ohne die unmittelbare Umgebung der Messkammer **26**, z. B. die Werkstatt oder den Messplatz, zu verunreinigen oder zu vergiften.

[0037] Eine erfindungsgemäße Streulicht-Messvorrichtung **3** weist zusätzlich eine Nullgasquelle **12** auf, die so genanntes Nullgas, d. h., Gas mit einer besonders niedrigen Partikelkonzentration, zur Verfügung stellt. Die Nullgasquelle **12** weist eine Luftzuführung **14** auf, welche Luft aus der Umgebung aufnimmt. Wird die Streulicht-Messvorrichtung **3** in einer besonders verschmutzten und/oder staubhaltigen Umgebung, wie z. B. einer Werkstatt, betrieben, so kann die Luftzuführung **14** als Rohr oder Kamin ausgebildet sein, welche die Umgebungsluft aus einer größeren Entfernung, z. B. von außerhalb des Gebäudes heranzuführt. Alternativ kann besonders saubere Luft auch aus angelieferten Gasflaschen entnommen werden.

[0038] Die Luftzuführung **14** führt die aufgenommene Umgebungsluft einer Filtereinheit **16** zu, welche dazu ausgebildet ist, die Partikelkonzentration in der aufgenommenen Luft zu reduzieren. Dazu weist die Filtereinheit **16** wenigstens einen Feinfilter **16b** (z. B. einen sogenannten HEPA-Filter) auf, der in der Lage ist, die zugeführte Luft so zu filtern, dass das Niveau der von den Lichtsensoren **6a**, **6b** erzeugten Signalarstärke, die durch diejenigen Partikel, die auch nach der Filterung noch im Nullgas enthalten sind, verursacht wird, auf einen Wert sinkt, der niedriger als der Wert ist, der bei Partikelkonzentration, wie sie in Abgasen von Fahrzeugen mit einem gut funktionierenden Partikelfilter vorhanden ist, ermittelt wird.

[0039] Dem Feinfilter **16b** ist ein Grobfilter **16a** vorgeschaltet, der besonders grobe Partikel aus der zugeführten Luft heraus filtert, bevor sie in den Feinfilter **16b** gelangen. Dadurch wird ein schnelles Verschmutzen und/oder Verstopfen des Feinfilters **16b** durch grobe Partikel verhindert und die Wartungsintervalle zum Auswechseln bzw. Reinigen der Filter **16a**, **16b** können verlängert werden. Der Grobfilter **16a** und der Feinfilter **16b** können dem jeweiligen Verschmutzungsgrad entsprechend separat ausgewechselt bzw. gereinigt werden, um die Wartungskosten zu reduzieren.

[0040] Stromabwärts der Messkammer **26** ist eine Pumpe **18** zur Förderung des Nullgases vorgesehen. Die Pumpe **18** fördert das Nullgas aus der Nullgasquelle **12** durch Ansaugen des Nullgases durch die Messkammer **26**. Gleichzeitig unterstützt die Pumpe **18**, wenn sie auch während des Messvorgangs betrieben wird, den Abgasstrom B aus dem Kraftfahrzeug **24** durch die Messkammer **26**.

[0041] In einem alternativen, nicht gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Pumpe **18** stromaufwärts der Messkammer **26** im Nullgasstrom A und/oder im Abgasstrom B angeordnet.

[0042] Im Verlauf der Nullgasströmung zwischen der Luftzuführung **14** und der Messkammer **26** ist ein Drucksensor **20** vorgesehen, der den Druck des zugeführten Nullgases misst und das Ergebnis an eine in der [Fig. 1](#) nicht gezeigte Steuereinheit weiter gibt. Der von dem Drucksensor **20** gemessene Druck kann zur Regelung der Pumpe **18** verwendet werden, um stets eine ausreichende Nullgasströmung durch die Messkammer **26** sicherzustellen.

[0043] Bei bekannter Leistung der Pumpe **18** kann aus dem Druck des Nullgases auf die Verschmutzung der Filtereinheit **16** geschlossen werden, da über eine stark verschmutzte Filtereinheit **16** ein großer Druckabfall auftritt. Überschreitet der Druckabfall über die Filtereinheit **16** einen vorgegebenen Grenzwert, so kann ein Warnsignal ausgegeben werden, welches den Benutzer darauf hinweist, dass wenigstens einer der Filter **16a**, **16b** der Filtereinheit **16** auszuwechseln ist. Auch kann die Pumpe **18** bei Überschreiten eines zweiten, höheren Grenzwertes abgeschaltet werden, wenn die Verschmutzung des Filters so stark ist, dass eine sichere Funktion der Nullgasquelle **12** nicht mehr gewährleistet ist oder die Gefahr besteht, dass die Pumpe **18** überlastet und/oder beschädigt wird.

[0044] Alternativ oder zusätzlich kann ein Drucksensor **20** stromaufwärts der Filtereinheit **16** angeordnet sein um den Druck des Nullgases vor der Filtereinheit **16** zu messen.

[0045] In einem Referenzzustand der Streulicht-Messvorrichtung **3**, z. B. unmittelbar nach dessen Herstellung oder Auslieferung wird eine Referenz-Signaldifferenz R ermittelt.

[0046] Vor dem eigentlichen Messvorgang wird ein so genannter Nullabgleich durchgeführt.

[0047] Die Pumpe **18** der Nullgasquelle **12** ist eingeschaltet, so dass durch die Filtereinheit **16** gefiltertes Nullgas aus der Nullgasquelle **12** in die Messkammer **26** strömt.

[0048] Die Lichtquelle **4** wird eingeschaltet und die von den Lichtsensoren **6a**, **6b** ausgegebenen Signa-

le, die auf Streulicht beruhen, das von Partikeln, die in dem in die Messkammer **26** geführten Nullgas vorhanden sind, gestreut und von den Lichtsensoren **6a**, **6b** detektiert worden ist, werden ausgewertet um den Nullzustand der Streulicht-Messvorrichtung **3** zu definieren.

[0049] Nachdem der Nullabgleich durchgeführt worden ist, steuert die Steuereinheit **28** das Schaltelement **32** so an, dass die Zufuhr von Abgasen von dem Kraftfahrzeug **24** in die Messkammer **26** geöffnet wird und Abgase aus dem Kraftfahrzeug **24** durch die Messkammer **26** strömen (Abgasstrom B), so dass die Partikelkonzentration in den durch die Messkammer strömenden Abgasen gemessen werden kann.

[0050] In dem in der Figur gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Nullgasströmung A während der Messung der Partikelkonzentration in den Abgasen des Kraftfahrzeugs **24** nicht abgeschaltet. Das Nullgas aus der Nullgasquelle **12** strömt vielmehr gleichzeitig mit den zu messenden Abgasen durch die Messkammer **26**. Dabei wird das Nullgas beispielsweise als Spülgas unmittelbar vor den Sensoren **6a**, **6b** und/oder der Lichtaustrittsöffnung der Lichtquelle **4** entlang geführt, um ein Verschmutzen der Sensoren **6a**, **6b** bzw. der Lichtaustrittsöffnung durch die Ablagerung von Partikeln aus dem Abgasstrom B zu verhindern oder wenigstens zu minimieren.

[0051] In einem alternativen, nicht gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Nullgasströmung A während der Messung abgeschaltet, um eine Verdünnung des Abgasstromes B durch Nullgas zu vermeiden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Qualität der Messergebnisse eines Streulichtmessgerätes (**3**), das zur Messung einer Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen vorgesehen ist und wenigstens eine Streulicht-Messkammer (**26**), wenigstens eine Lichtquelle (**4**) und wenigstens einen Lichtsensor (**6a**, **6b**) aufweist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

A) in einem Referenzzustand des Streulichtmessgerätes:

A1) Messen und Speichern eines ersten Streulicht-sensorsignals (S1) in einem ersten definierten Betriebszustand des Streulichtmessgerätes;

A2) Messen und Speichern eines zweiten Streulicht-sensorsignals (S2) in einem zweiten definierten Betriebszustand des Streulichtmessgerätes;

A3) Ermitteln und Speichern einer Referenz-Signaldifferenz (R) zwischen dem zweiten Streulicht-sensorsignal (S2) und dem ersten Streulicht-sensorsignal (S1);

B) in einem gebrauchten Zustand des Streulichtmessgerätes:

B1) Messen und Speichern eines ersten Streulicht-sensorsignals (M1) im ersten definierten Betriebszustand des Streulichtmessgerätes;

B2) Messen und Speichern eines zweiten Streulicht-sensorsignals (M2) im zweiten definierten Betriebszustand des Streulichtmessgerätes;

B3) Ermitteln und Speichern einer Signaldifferenz (D) zwischen dem zweiten Streulicht-sensorsignal (M2) und dem ersten Streulicht-sensorsignal (M1);

C) Vergleichen der Signaldifferenz (D) im gebrauchten Zustand mit der im Referenzzustand aufgenommenen Referenz-Signaldifferenz R.

2. Verfahren nach Anspruch 1 wobei die Lichtquelle (**4**) im ersten definierten Betriebszustand ausgeschaltet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei in wenigstens einem Betriebszustand ein Messkörper mit einem definierten Streuverhalten in die Streulicht-Messkammer (**26**) eingebracht ist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in wenigstens einem Betriebszustand die Lichtquelle (**4**) eingeschaltet ist und ein Referenzgasstrom mit einer definierten Partikelkonzentration durch die Streulicht-Messkammer (**26**) geleitet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei ein Referenzgas ein Nullgas mit einer besonders niedrigen Partikelkonzentration ist.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die in einem gebrauchten Zustand des Streulichtmessgerätes durchzuführenden Schritte B1 bis B3 und C regelmäßig in vorgegebenen Zeitabständen und/oder nach einer vorgegebenen Anzahl von Messvorgängen durchgeführt werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schritte A1 bis A3 zur Ermittlung der Referenz-Signaldifferenz R unmittelbar nach der Herstellung des Streulichtmessgerätes vorgenommen werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Schritte A1 bis A3 zur Ermittlung der Referenz-Signaldifferenz R unmittelbar nach der Aufstellung des Streulichtmessgerätes am Einsatzort vorgenommen werden.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schritte A1 bis A3 zur Ermittlung der Referenz-Signaldifferenz R nach einer Reinigung der Streulicht-Messkammer (**26**) vorgenommen werden.

10. Streulichtmessgerät zur Messung der Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen mit wenigstens einer Speichervorrichtung zur Speicherung ei-

ner Referenz-Signaldifferenz und einer Steuervorrichtung, die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche eingerichtet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

