



(10) **DE 10 2010 002 424 A1** 2011.09.01

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 002 424.4**

(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

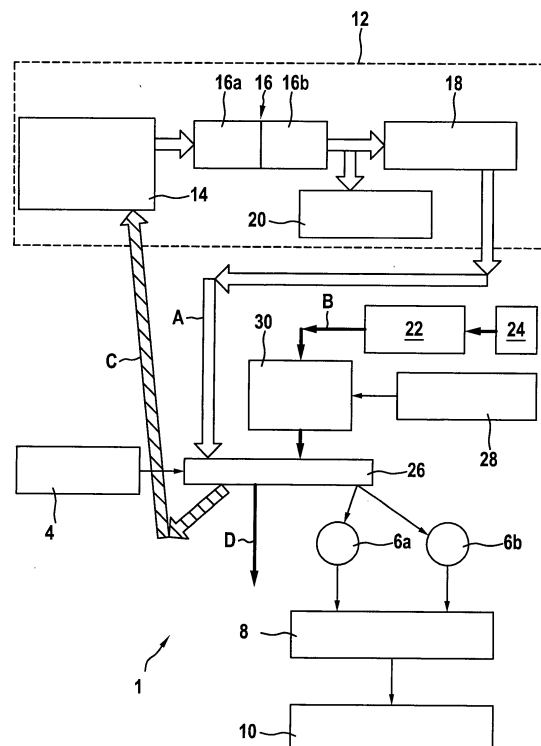
(72) Erfinder:

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: **Vorrichtung zur Messung einer Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen**

(57) Zusammenfassung: Eine erfindungsgemäße Vorrichtung (1) zur Messung einer Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen hat eine Messkammer (26), die mit einer zu messenden Gas-Partikel-Mischung befüllbar ist, wenigstens eine Lichtquelle (4) und wenigstens einen Lichtsensor (6a, 6b). Der Lichtsensor (6a, 6b) ist ausgebildet, um Licht, das von in der Gas-Partikel-Mischung vorhandenen Partikeln gestreut worden ist, zu detektieren. Eine Abgaszuführeinrichtung (22) ist ausgebildet, um der Messkammer (26) zu messendes Abgas zuzuführen. Aus einer Nullgasquelle (12) ist der Messkammer (26) ein partikelarmes Nullgas zuführbar. Ein Schaltelement (30), das zwischen der Abgaszuführeinrichtung (22) und der Messkammer (26) angeordnet ist, ist geeignet, die Zufuhr von Abgas in die Messkammer (26) wahlweise zuzulassen oder zu unterbinden.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung einer Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen.

[0002] Zur Messung von Partikeln in Abgasen und anderen Kolloiden wird häufig ein Streulichtverfahren eingesetzt, bei dem das zu messende Kolloid durch eine Messkammer geleitet wird. Dabei wird beispielsweise ein Laser als Lichtquelle derart eingesetzt, dass das von der Lichtquelle ausgesendete Licht von im Kolloid vorhandenen Partikeln gestreut wird. Zusätzlich sind mindestens ein, besser aber mehrere Lichtsensoren vorhanden, die das von den Partikeln gestreute Licht (Streulicht) detektieren. Die Lichtsensoren können unter verschiedenen Winkeln in Bezug zur Einstrahlrichtung des Lichts angeordnet sein.

[0003] Grundsätzlich weisen die beteiligten Komponenten wie Lichtquelle, Lichtsensoren und die elektronische Auswertungsschaltung der Sensorsignale diverse Offset- und Driftmechanismen auf, welche zeitlich invariant, in der Regel aber sehr langsam erfolgen. Diese Mechanismen umfassen beispielsweise eine Temperaturdrift der von der Lichtquelle emittierten Lichtleistung, eine Drift der Sensoren, eine Drift der Auswerteschaltung, Offsetgrößen dieser Komponenten und Alterungseffekte. Neben diesen durch die elektronischen Komponenten hervorgerufenen Messfehlern kommen bei Streulichtverfahren noch weitere mögliche Fehlerquellen hinzu. Beispiele hierfür sind Reflexionen an der Messkammergeometrie, wenn die Lichtquelle eingeschaltet ist, auch wenn sich keine Partikel in der Messkammer befinden, und andere Signalanteile durch Partikel, weil die Messkammer mit einem Medium gefüllt ist, z. B. einem Gas oder Umgebungsluft, welche(s) eine gewisse, wenn auch im Vergleich zu den Abgasen geringere Menge an Partikeln enthält.

[0004] Im Falle von Prüfgeräten, die in Werkstätten eingesetzt werden, ist die Umgebungsluft häufig sehr stark mit Partikeln verschmutzt und beeinflusst die Messgenauigkeit daher merklich.

[0005] Insbesondere wenn mit dem Messgerät die Emissionen von modernen Kraftfahrzeugen mit Partikelfiltern beurteilt werden sollen, die ein sehr niedriges Emissionsniveau aufweisen, haben die beschriebenen Mechanismen einen großen Einfluss auf die Genauigkeit der Messung und Diagnose.

[0006] Es besteht somit der Bedarf, die zuvor beschriebenen Fehlerquellen zu eliminieren, um die Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen mit hoher Genauigkeit messen zu können.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Emissionsmessgerät zur Messung wenigstens einer Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen bereitzustellen, mit dem die Partikelkonzentration mit hoher Genauigkeit bestimmbar ist.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung zur Messung einer Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen nach dem unabhängigen Patentanspruch 1. Die abhängigen Patentansprüche beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0009] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Messung einer Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen hat eine Messkammer, die mit einer zu messenden Gas-Partikel-Mischung (Kolloid) befüllbar ist und weist wenigstens eine Lichtquelle und wenigstens einen Lichtsensor auf, wobei der Lichtsensor ausgebildet ist, um von der Lichtquelle ausgestrahltes und von den in der Gas-Partikel-Mischung vorhandenen Partikeln gestreutes Licht (Streulicht) zu detektieren. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist auch Abgaszuführeinrichtung und eine Nullgasquelle auf. Die Abgaszuführeinrichtung ist ausgebildet, um zu messendes Abgas in die Messkammer zu leiten. Die Nullgasquelle ist ausgebildet, um der Messkammer ein partikelarmes Nullgas zuzuführen. Ein Schaltelement, das zwischen der Abgaszuführeinrichtung und der Messkammer angeordnet ist, ist geeignet, die Zufuhr von Abgas in die Messkammer wahlweise zuzulassen oder zu unterbinden.

[0010] Durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Schaltelement, welches geeignet ist, die Zufuhr von Abgas in die Messkammer zu unterbinden, kann ein Nullabgleich einfach durchgeführt werden, ohne das dafür beispielsweise Schläuche abgezogen und/oder umgesteckt werden müssen. Durch das regelmäßige Durchführen eines Nullabgleichs wird die Genauigkeit der von der Messvorrichtung ermittelten Messergebnisse verbessert.

[0011] Auch schafft eine solche Vorrichtung die Möglichkeit, automatisch einen Nullabgleich des Messsystems durchführen zu können und so automatisch eine ausreichende Genauigkeit der Messergebnisse sicherzustellen.

[0012] In einer Ausführungsform ist ein Schaltelement vorgesehen, das zwischen der Nullgasquelle und der Messkammer angeordnet und geeignet ist, die Zufuhr von Nullgas in die Messkammer wahlweise zuzulassen oder zu unterbinden. Dadurch, dass die Zufuhr von Nullgas in die Messkammer während des Messvorgangs absperrbar ist, kann die Messung besonders effektiv und genau durchgeführt werden, da

die Messergebnisse nicht durch zugemischtes Nullgas verfälscht werden.

[0013] In einer Ausführungsform ist das Schaltelement ein Umschaltelement, welches derart ausgebildet ist, dass es die Zufuhr von Abgas in die Messkammer unterbindet, wenn es die Zufuhr von Nullgas zulässt, und die Zufuhr von Nullgas zulässt, wenn es die Zufuhr von Abgas unterbindet. Dadurch, dass wahlweise ausschließlich Nullgas oder ausschließlich Abgas in die Messkammer einführbar ist, können sowohl der Nullabgleich (nur Nullgas in der Messkammer) als auch die eigentliche Messung (nur Abgas in der Messkammer) besonders effektiv und mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden.

[0014] In einer Ausführungsform weist die Nullgasquelle wenigstens einen Filter auf. Durch mit einem Filter gefilterte Umgebungsluft kann geeignetes Nullgas besonders kostengünstig bereitgestellt werden.

[0015] In einer Ausführungsform weist die Nullgasquelle einen zweiteiligen Filter auf. Ein zweiteiliger Filter, der insbesondere einen Grobfilter und einen in Strömungsrichtung hinter dem Grobfilter angeordneten Feinfilter aufweist, kann angesaugte Umgebungsluft besonders effektiv filtern. Auch werden die Wartungskosten reduziert, da der Grob- und der Feinfilter bei Bedarf unabhängig voneinander gereinigt bzw. ausgetauscht werden können.

[0016] In einer Ausführungsform weist die Nullgasquelle wenigstens einen Drucksensor auf. Durch einen Drucksensor kann der Druck des zugeführten Nullgases überwacht und über eine geeignete Steuervorrichtung geeignet eingestellt werden. Darüber hinaus kann durch die Bestimmung des am Filter auftretenden Druckabfalls des Nullgases der Verschmutzungsgrad des Filters bestimmt werden.

[0017] In einer Ausführungsform weist die Nullgasquelle wenigstens eine Pumpe auf. Mit Hilfe einer Pumpe kann das Nullgas besonders effektiv in die Messkammer gefördert werden.

[0018] In einer Ausführungsform ist die Pumpe in Strömungsrichtung hinter der Messkammer angeordnet. Ist die Pumpe stromabwärts der Messkammer angeordnet, kann nach dem Befüllen der Messkammer mit Nullgas durch Absperren der Nullgaszufuhr und Weiterbetreiben der Pumpe ein Unterdruck in der Messkammer erzeugt werden. Da die Konzentration von Partikeln in einem Gas proportional zu dessen Druck ist, kann durch Absenken des Drucks die Partikelkonzentration in der Messkammer unter die Partikelkonzentration im Nullgas abgesenkt werden. Dadurch wird das Nullniveau abgesenkt und die Empfindlichkeit der Messvorrichtung verbessert.

[0019] In einer Ausführungsform ist die Nullgasquelle derart mit der Messkammer verbunden, dass aus der Messkammer strömendes Nullgas der Luftzufuhr der Nullgasquelle zugeführt wird. So wird ein geschlossener Kreislauf für das Nullgas geschaffen und das Nullgas wird besonders effektiv genutzt. Dadurch, dass das Nullgas im Kreislauf wiederholt durch den bzw. die Filter geführt wird, kann die Partikelkonzentration im Nullgas noch weiter abgesenkt werden.

[0020] In einer Ausführungsform ist das Emissionsmessgerät so eingerichtet, dass der Nullabgleich automatisch durchgeführt wird. Durch einen automatisch durchgeführten Nullabgleich wird sichergestellt, dass das Messgerät unabhängig von den Gepflogenheiten des Benutzers, der einen manuellen Nullabgleich vergessen oder aus Bequemlichkeit auslassen könnte, stets hinreichend genaue Ergebnisse liefert.

[0021] Ein automatischer Nullabgleich kann jeweils nach einer vorgegebenen Anzahl von Messungen und/oder in vorgegebenen Zeitintervallen ausgelöst werden. Das Verfahren kann auch so eingerichtet sein, dass ein Nullabgleich automatisch durchgeführt wird, wenn entweder eine vorgegebene Zahl von Messungen erreicht worden ist oder wenn der zeitliche Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Messungen ein vorgegebenes Zeitintervall überschreitet, je nachdem, welches Kriterium zuerst erfüllt ist.

[0022] Die Genauigkeit der Nullpunkteinstellung braucht so nur über den Zeitraum zwischen zwei aufeinander folgenden Nullabgleichen sichergestellt zu sein. Messfehler aufgrund von Drifterscheinungen können so zuverlässig verhindert bzw. minimiert werden. Im Extremfall kann ein Nullabgleich zwingend und automatisch vor jeder einzelnen Messung durchgeführt werden, um Messergebnisse mit besonders hoher Genauigkeit zu erhalten.

[0023] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der beigefügten Figuren beschrieben:

[0024] [Fig. 1](#) zeigt schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung.

[0025] [Fig. 2](#) zeigt schematisch ein alternatives Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung.

[0026] [Fig. 3](#) zeigt schematisch ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung.

[0027] Die in [Fig. 1](#) gezeigte Messvorrichtung **1** gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung 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. Die Messkammer **26** ist mit zwei Lichtsensoren **6a**, **6b** ausgestattet. In der schematischen Darstellung der [Fig. 1](#) sind die Lichtsensoren **6a**, **6b** aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit außerhalb der Messkammer **26** dargestellt, 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, das von in der Messkammer **26** vorhandenen Partikeln gestreut worden ist (Streulicht). Die Lichtsensoren **6a** und **6b** sind dabei vorzugsweise derart angeordnet, dass sie jeweils Licht, welches in verschiedenen Winkeln gestreut worden ist, erfassen.

[0028] Die beiden Lichtsensoren **6a**, **6b** sind mit einer Auswerteeinheit **8** verbunden, welche die von den Lichtsensoren **6a**, **6b** ausgegebenen Signale auswertet und dabei insbesondere die Partikelkonzentration 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 umfassen, die ausgebildet ist, die Ergebnisse an einen Datenverarbeitungs- oder eine Datenspeichervorrichtung, z. B. eine Diskette oder einen USB-Stick, zu übertragen.

[0029] Die zu messenden Abgase eines schematisch dargestellten Kraftfahrzeugs **24** werden von einer Abgassonde **22** aufgenommen, die im oder am Auspuff des Kraftfahrzeugs **24** angebracht ist, und durch einen Abgasschlauch und ein Schaltelement **30** der Messkammer **26** zugeführt (Abgasstrom B). Vor (stromaufwärts) oder hinter (stromabwärts) der Messkammer **26** kann eine in der [Fig. 1](#) nicht gezeigte Pumpe vorgesehen sein, um den Abgasstrom zusätzlich zu dem vom Motor des Kraftfahrzeugs **24** erzeugten Abgasdruck zu unterstützen.

[0030] Das Schaltelement **30** ist 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, mechanisch oder hydraulisch mit dem Schaltelement **30** verbunden, das z. B. als Schaltventil ausgebildet ist.

[0031] Aus der Messkammer **26** strömen die Abgase über eine nicht gezeigte Abgasabfuhrvorrichtung nach außen (Abgasstrom D), ohne die unmittelbare Umgebung der Messkammer **26**, z. B. die Werkstatt oder den Messplatz, zu verunreinigen oder zu vergiften.

[0032] Eine erfindungsgemäße Messvorrichtung **1** 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 Messvorrichtung **1** in einer besonders verschmutzten und/oder staubhaltigen Umgebung, wie z. B. einer Werkstatt, betrieben, so kann die Luftzuführung **14** mit einem Rohr oder Kamin ausgebildet sein, um die Umgebungsluft aus einer größeren Entfernung, z. B. von außerhalb des Gebäudes heranzuführen. Alternativ kann besonders saubere Luft auch aus angelieferten Gasflaschen entnommen werden.

[0033] 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 sauber zu filtern, dass die Konzentration der Partikel, die nach der Filterung noch im Nullgas enthalten sind, niedriger als die Partikelkonzentration in Abgasen ist, die von Fahrzeugen mit einem gut funktionierenden Abgas-Partikelfilter abgegeben werden.

[0034] 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, und so ein schnelles Verschmutzen und/oder Verstopfen des Feinfilters **16b** verhindert. Dadurch können die Wartungsintervalle zum Auswechseln bzw. Reinigen der Filter **16a** und **16b** verlängert werden. Auch können der Grobfilter **16a** und der Feinfilter **16b** dem jeweiligen Verschmutzungsgrad entsprechend separat ausgewechselt bzw. gereinigt werden. Durch diese Maßnahmen können die Wartungskosten verringert werden.

[0035] Stromabwärts der Filtereinheit **16** ist eine Pumpe **18** vorgesehen, welche Umgebungsluft durch die Luftzuführung **14** und die Filtereinheit **16** ansaugt und an die Messkammer **26** ausgibt (Nullgasstrom A).

[0036] Im Verlauf der Luftströmung zwischen der Luftzuführung **14** und der Pumpe **18** ist ein Drucksensor **20** vorgesehen, der den Druck der zugeführten Luft in der Nullgasquelle **12** misst und das Ergebnis an eine in der [Fig. 1](#) nicht gezeigte Steuereinheit weitergibt. Der so gemessene Druck kann zur Regelung der Pumpe **18** verwendet werden, um einen ausreichenden Nullgasstrom A aus der Nullgasquelle **12** in die Messkammer **26** sicherzustellen.

[0037] Bei bekannter Leistung der Pumpe **18** kann aus dem Druck der zugeführten Luft bzw. aus dem an der Filtereinheit **16** auftretenden Druckabfall auf den Verschmutzungsgrad der Filtereinheit **16** geschlos-

sen werden, da über eine verschmutzte Filtereinheit **16** ein großer Druckabfall auftritt als über eine saubere Filtereinheit **16**. Überschreitet der Druckabfall über die Filtereinheit **16** einen vorgegebenen Grenzwert, so wird ein Warnsignal ausgegeben, welches den Benutzer darauf hinweist, dass wenigstens ein Filter der Filtereinheit **16** auszuwechseln ist. Auch kann die Pumpe **18** bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes, der gleich oder höher als der Grenzwert ist, bei dem eine Warnung ausgegeben wird, abgeschaltet werden, wenn die Verschmutzung der Filtereinheit **16** so stark ist, dass eine sichere Funktion der Nullgasquelle **12** nicht mehr gewährleistet ist.

[0038] Zusätzlich kann ein zweiter Drucksensor **20** stromaufwärts zwischen der Luftzuführung **14** und der Filtereinheit **16** angeordnet sein.

[0039] In dem in der [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsbeispiel wird das Nullgas, welches aus der Messkammer **26** strömt, erneut der Luftzuführung **14** zugeführt (Nullgasrückstrom C). So entsteht ein Nullgaskreislauf, in dem das Nullgas wiederholt durch die Filtereinheit **16** geführt wird. Dadurch kann die Partikelkonzentration im Nullgas noch weiter reduziert werden. Auch wird der Bedarf an von außen zugeführtem Gas reduziert, was besonders vorteilhaft ist, wenn als Nullgas besonders sauberes aber auch teures Gas aus Gasflaschen verwendet wird.

[0040] Vor dem eigentlichen Messvorgang steuert die Steuereinheit **28** das Schaltelement **30** so an, dass keine Abgase von dem Kraftfahrzeug **24** in die Messkammer **26** strömen.

[0041] Die Pumpe **18** ist eingeschaltet, so dass durch die Filtereinheit **16** gefiltertes Nullgas aus der Nullgasquelle **12** in die Messkammer **26** strömt.

[0042] Durch Einschalten der Lichtquelle **4** und Auswerten der von den Lichtsensoren **6a**, **6b** ausgegebenen Signale, die auf dem von Partikeln in der Messkammer **26** gestreutem und von den Lichtsensoren **6a**, **6b** aufgenommenem Licht beruhen, wird ein Nullabgleich der Messkammer **26** durchgeführt.

[0043] Nachdem der Nullabgleich durchgeführt worden ist, steuert die Steuereinheit **28** das Schaltelement **30** so an, dass die Zufuhr von Abgasen von dem Kraftfahrzeug **24** in die Messkammer **26** geöffnet ist und Abgase aus dem Kraftfahrzeug **24** durch die Messkammer strömen (Abgasstrom B, C), so dass die Partikelkonzentration in den Abgasen gemessen werden kann. Alternativ kann das Umschalten des Schaltelementes **30** mechanisch durch den Bediener erfolgen. In diesem Fall kann auf einen Motor o. ä. zum Umschalten des Schaltelementes **30** verzichtet werden.

[0044] In dem in der [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsbeispiel wird der Nullgasstrom A während der Messung der Partikelkonzentration in den Abgasen nicht abgeschaltet. Das Nullgas aus der Nullgasquelle **12** strömt 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 zu verhindern, dass die Sensoren **6a**, **6b** bzw. die Lichtaustrittsöffnung durch die Ablagerung von Partikeln aus dem Abgasstrom B verschmutzt.

[0045] [Fig. 2](#) zeigt schematisch ein alternatives Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung **2**.

[0046] Der Aufbau dieser Messvorrichtung **2** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem in der [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsbeispiel. Die gleichen Elemente sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden, soweit sie in Aufbau und Funktion mit dem ersten Ausführungsbeispiel übereinstimmen, nicht erneut beschrieben.

[0047] Die Messvorrichtung **2** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von der Messvorrichtung **1** des ersten Ausführungsbeispiels dadurch, dass das Schaltelement **32** als Umschalt-element ausgebildet ist, so dass die Gaszufuhr in die Messkammer **26** wahlweise zwischen Abgasen von dem Kraftfahrzeug **24** und Nullgas aus der Nullgasquelle **12** umschaltbar ist. D. h., dass während des Messvorgangs, wenn Abgase von dem Kraftfahrzeug **24** in die Messkammer **26** geführt werden, um die Partikelkonzentration in den Abgasen zu bestimmen, kein Nullgas aus der Nullgasquelle **12** in die Messkammer **26** strömt. Ebenso strömt während des Nullabgleichs, wenn das Nullgas aus der Nullgasquelle **12** durch die Messkammer **26** geführt wird, kein Abgas durch die Messkammer **26**.

[0048] Dadurch, dass während des Messvorgangs kein Nullgas in die Messkammer **26** strömt, wird ein Verdünnen der Abgase des Kraftfahrzeugs **24** in der Messkammer **26** vermieden und auch eine geringe Partikelkonzentration in den Abgasen kann mit hoher Genauigkeit bestimmt werden.

[0049] [Fig. 3](#) zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Messvorrichtung **3**.

[0050] Auch hier werden die Elemente, die den gleichen Aufbau und die gleiche Funktion wie in den zuvor gezeigten Ausführungsbeispielen haben, nicht erneut beschrieben.

[0051] Eine Messvorrichtung **3** gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von den zuvor gezeigten Messvorrichtungen **1**, **2** dadurch, dass

die Pumpe **18**, die zur Förderung des Nullgases vorgesehen ist, nicht innerhalb der Nullgasquelle **12** stromaufwärts der Messkammer **26**, sondern stromabwärts der Messkammer **26** in einer Abgasleitung **40** angeordnet ist, die vorgesehen ist, um die Abgase aus der Messkammer **26** abzuführen.

[0052] In diesem Ausführungsbeispiel fördert die Pumpe **18** 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**.

[0053] In dem in der **Fig. 3** gezeigten dritten Ausführungsbeispiel ist das Schaltelement **34** so ausgebildet, dass es anders als im zuvor gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel, nicht nur zwischen dem Nullgasstrom A und dem Abgasstrom B umschalten kann, sondern auch eine Einstellung aufweist, in der sowohl die Zufuhr des Abgasstromes B als auch die Zufuhr des Nullgasstromes A abgesperrt sind.

[0054] Durch gleichzeitiges Absperren der Zufuhr von Nullgas und Abgasen bei gleichzeitigem Betrieb der Pumpe **18** kann ein Unterdruck in der Messkammer **26** erzeugt werden. Da die Partikelkonzentration in einem Gasvolumen proportional zu dessen Druck ist, kann durch Absenken des Drucks bzw. Erzeugen eines Unterdrucks in der Messkammer **26** die Partikelkonzentration in der Messkammer **26** noch weiter gesenkt werden. So wird ein niedrigeres Nullniveau der Messvorrichtung **3** erreicht und die Erkennungsschwelle für Partikel im Abgasstrom B kann noch weiter abgesenkt werden. Im Ergebnis kann die mit der Messvorrichtung **3** erreichbare Genauigkeit weiter erhöht werden.

[0055] Jede der in den drei erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen gezeigten Messvorrichtungen **1**, **2**, **3** kann vorteilhafterweise so ausgebildet sein, dass eine Messung nur dann durchgeführt werden kann, wenn zuvor ein Nullabgleich durchgeführt worden ist. Insbesondere können die Messvorrichtungen **1**, **2**, **3** so ausgebildet sein, dass ein Nullabgleich automatisch vor jeder Messung vorgenommen wird. Dadurch wird verhindert, dass ein notwendiger Nullabgleich aus Vergesslichkeit oder Bequemlichkeit des Bedieners nicht ausgeführt wird und eine Messung durchgeführt wird, die aufgrund des fehlenden Nullabgleichs falsche Messergebnisse liefert.

[0056] Eine Messvorrichtung, welche den Nullabgleich automatisch durchführt, liefert besonders zuverlässig Messergebnisse mit bestmöglicher Genauigkeit.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**1**; **2**; **3**) zur Messung einer Partikelkonzentration in Kraftfahrzeugabgasen mit
 - einer Messkammer (**26**), die mit einer zu messenden Gas-Partikel-Mischung befüllbar ist, wenigstens einer Lichtquelle (**4**) und wenigstens einem Lichtsensor (**6a**, **6b**), wobei der Lichtsensor (**6a**, **6b**) ausgebildet ist, um von in der Gas-Partikel-Mischung vorhandenen Partikeln gestreutes Licht zu detektieren;
 - einer Abgaszuführeinrichtung (**22**), die ausgebildet ist, der Messkammer (**26**) zu messendes Abgas zuzuführen;
 - einer Nullgasquelle (**12**), die ausgebildet ist, ein partikelarmes Nullgas bereitzustellen; und
 - einem Schaltelement (**30**; **32**; **34**), das zwischen der Abgaszuführeinrichtung (**22**) und der Messkammer (**26**) angeordnet und geeignet ist, die Zufuhr von Abgas in die Messkammer (**26**) wahlweise zuzulassen oder zu unterbinden.
2. Vorrichtung (**2**; **3**) nach Anspruch 1, mit einem Schaltelement (**32**, **34**), das zwischen der Nullgasquelle (**12**) und der Messkammer (**26**) angeordnet und geeignet ist, die Zufuhr von Nullgas in die Messkammer (**26**) wahlweise zuzulassen oder zu unterbinden.
3. Vorrichtung (**2**; **3**) nach Anspruch 2, wobei das Schaltelement (**32**, **34**) ein Umschaltelement ist, das derart ausgebildet ist, dass es die Zufuhr von Abgas in die Messkammer (**26**) unterbindet, wenn es die Zufuhr von Nullgas zulässt und die Zufuhr von Nullgas in die Messkammer (**26**) zulässt, wenn es die Zufuhr von Abgas unterbindet.
4. Vorrichtung (**1**; **2**; **3**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Nullgasquelle (**12**) wenigstens einen Filter (**16**) aufweist.
5. Vorrichtung (**1**; **2**; **3**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Nullgasquelle (**12**) wenigstens einen Drucksensor (**20**) aufweist.
6. Vorrichtung (**1**; **2**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (**1**; **2**; **3**) wenigstens eine Pumpe (**18**) aufweist.
7. Vorrichtung (**1**; **2**) nach Anspruch 6, wobei eine Pumpe (**18**) in Strömungsrichtung vor der Messkammer (**26**) angeordnet ist.
8. Vorrichtung (**3**) nach Anspruch 6 oder 7, wobei eine Pumpe (**18**) in Strömungsrichtung hinter der Messkammer (**26**) angeordnet ist.
9. Vorrichtung (**3**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Nullgasquelle (**12**) derart mit der Messkammer (**26**) verbunden ist, dass aus der

Messkammer (**26**) strömendes Nullgas der Nullgasquelle (**12**) zugeführt wird.

10. Vorrichtung (**1; 2; 3**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, die derart eingerichtet ist, dass automatisch ein Nullabgleich durchgeführt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

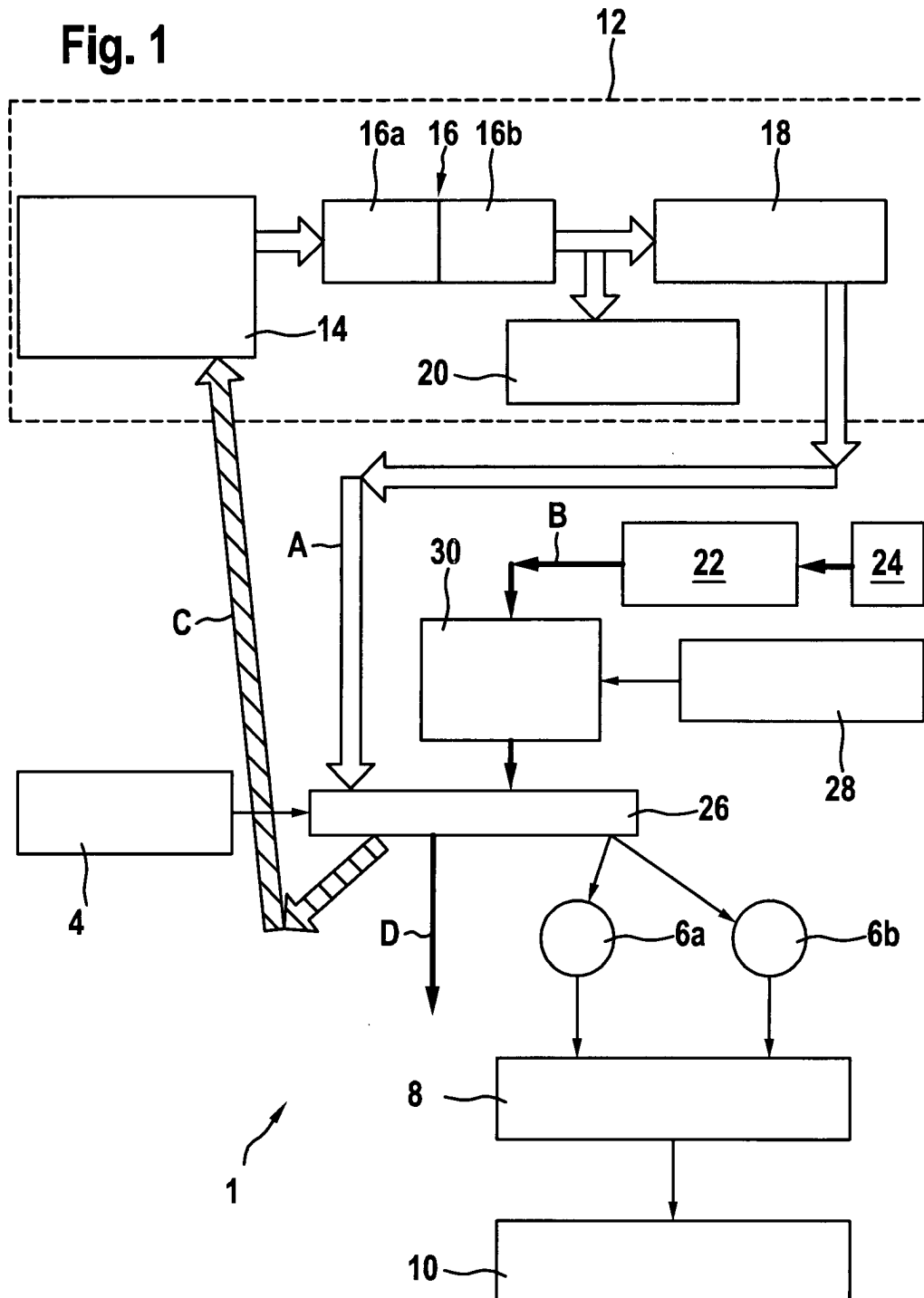


Fig. 2

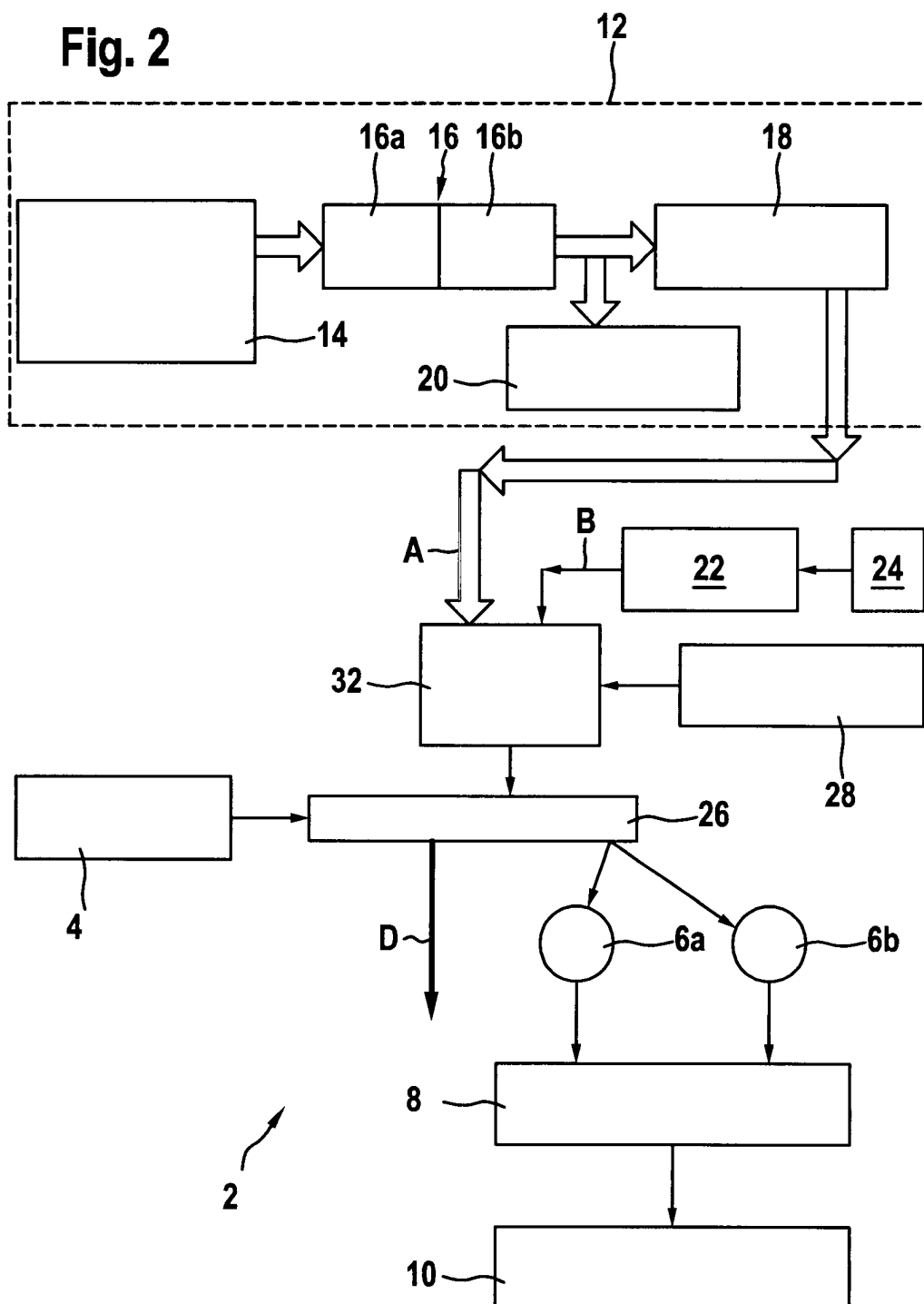


Fig. 3

