

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 51145/2019
(22) Anmeldetag: 20.12.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.07.2021

(51) Int. Cl.: **G01N 15/06** (2006.01)
G01N 21/35 (2014.01)
G01N 27/66 (2006.01)
G01N 21/33 (2006.01)
G01N 15/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 5701009 A
CN 103163090 B
EP 3255407 A1
EP 1681551 A1

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

(72) Erfinder:
Schiefl Mario Dipl.Ing.
8010 Graz (AT)
Lukesch Walter BSc
8041 Graz (AT)
Bergmann Alexander Mag. Dr.
8052 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Patentanwälte Pinter & Weiss OG
1040 Wien (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung von Eigenschaften eines Fluidstroms**

(57) Verfahren zur Ermittlung von Eigenschaften eines Fluidstroms (1). Der Fluidstrom (1) wird durch eine Bestrahlungskammer (2) geleitet, in welcher der Fluidstrom (1) zur photoelektrischen Aufladung von in dem Fluidstrom (1) mitgeführten Partikeln mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird. Die Aufladung der Partikel wird in einer der Bestrahlungskammer (2) nachgelagerten Partikelmesseinheit (3) ermittelt. Durch eine spektroskopische Auswertung der die Bestrahlungskammer (2) durchdringenden elektromagnetischen Strahlung wird der Anteil zumindest einer Komponente des Fluidstroms ermittelt.

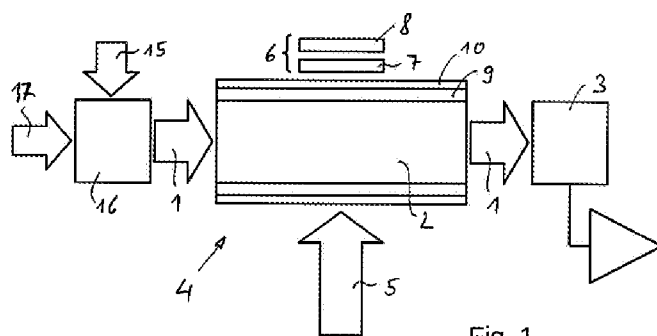


Fig. 1

Zusammenfassung

Verfahren zur Ermittlung von Eigenschaften eines Fluidstroms (1). Der Fluidstrom (1) wird durch eine Bestrahlungskammer (2) geleitet, in welcher der Fluidstrom (1) zur photoelektrischen Aufladung von in dem Fluidstrom (1) mitgeführten Partikeln mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird. Die Aufladung der Partikel wird in einer der Bestrahlungskammer (2) nachgelagerten Partikelmesseinheit (3) ermittelt. Durch eine spektroskopische Auswertung der die Bestrahlungskammer (2) durchdringenden elektromagnetischen Strahlung wird der Anteil zumindest einer Komponente des Fluidstroms ermittelt.

Fig. 1

Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung von Eigenschaften eines Fluidstroms

Die gegenständliche Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von Eigenschaften eines Fluidstroms, wobei der Fluidstrom durch eine Bestrahlungskammer geleitet wird, in welcher
 5 der Fluidstrom zur photoelektrischen Aufladung von in dem Fluidstrom mitgeführten Partikeln mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird, wobei die Aufladung der Partikel in einer der Bestrahlungskammer nachgelagerten Partikelmesseinheit ermittelt wird.

Weiters betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Ermittlung von Eigenschaften eines Fluidstroms, wobei die Vorrichtung eine Bestrahlungskammer und eine der

10 Bestrahlungskammer nachgelagerten Partikelmesseinheit aufweist, die vom Fluidstrom durchströmt werden, wobei die Bestrahlungskammer einen elektromagnetischen Strahler aufweist, mit dem der Fluidstrom in der Bestrahlungskammer zur photoelektrischen Aufladung von in dem Fluidstrom mitgeführten Partikeln mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlbar ist, und wobei die Aufladung der Partikel in der Partikelmesseinheit ermittelbar
 15 ist.

Zur Messung von Partikelkonzentrationen von Partikeln im Sub-Mikrometerbereich können elektrische Messverfahren verwendet werden. Dabei werden die in einem Fluidstrom mitgeführten Partikel zunächst elektrisch aufgeladen, und anschließend wird ein Stromsignal, welches von den geladenen Partikeln induziert wird, gemessen. Die elektrische

20 Partikelaufladung kann beispielsweise auf Basis eines photoelektrischen Effekts erfolgen, wobei der Fluidstrom mit elektromagnetischer Strahlung, beispielsweise Licht im sichtbaren Bereich, UV-Licht und/oder Infrarotlicht, bestrahlt wird. Um einen photoelektrischen Effekt zu erzielen, muss die (von der Wellenlänge abhängige) Energie der Photonen größer sein als die Austrittsarbeit der Elektronen in den Partikeln. Die Austrittsarbeit von NaCl-Partikeln liegt
 25 beispielsweise bei ca. 5,12 eV, was einer maximalen Wellenlänge von 243 nm entspricht.

Für Dieselpartikel liegt diese Schwelle für die Austrittsarbeit (der sogenannte „Photothreshold“) bei ca. 4,9 eV. Das heißt, dass man für die direkte Partikelaufladung von Dieselpartikeln Licht im UV-Bereich benötigt. Die theoretische Basis für die photoelektrische Aufladung wurde im Zusammenhang mit Verbrennungsaerosolen von Burtcher, H. in
 30 „Measurement and Characteristics of Combustion Aerosols with Special Consideration of Photoelectric Charging and Charging by Flame ions“, 1992, J. Aerosol Sci., Bd. 23, Nr. 6, Seiten 549-494, und von Burtcher, H. et al. in „Probing aerosols by photoelectric charging“, 1982, J. Appl. Phys. 53(5), beschrieben.

Im technischen Umfeld der Partikelanzahlmessung ist das Laden der Partikel und die
 35 Messung der von geladenen Partikelwolken induzierten Ströme bekannt. Beispielsweise offenbart EP 1655595 A1 Vorrichtungen und Verfahren zur Messung der

Anzahlkonzentration und des mittleren Durchmessers von in einem Trägergas suspendierten Partikeln (Aerosol). Das Aerosol wird in einem Diffusionsauflader aufgeladen und anschließend wird dessen Leitfähigkeit gemessen, um die Anzahlkonzentration zu ermitteln. Die für die Diffusionsaufladung erforderlichen freien Ladungsträger können beispielsweise
 5 durch eine elektrische Koronaentladung erzeugt werden.

Fierz, M., et al., offenbaren in „Aerosol Measurement by Induced Currents“, Aerosol Science and Technology, 48:350-357, 2014, eine elektrische Messtechnik für die Aerosoldetektion, die auf einer pulsierten unipolaren Aufladung gefolgt von einer kontaktfreien Messung der Aerosolaufladung in einem Faraday-Käfig basiert.

10 Die gegenständliche Erfindung hat die Aufgabe, den Stand der Technik insbesondere hinsichtlich der messbaren Parameter und der erzielbaren Messgenauigkeit zu verbessern.

In einem ersten Aspekt werden diese und weitere Aufgaben durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem durch eine spektroskopische Auswertung der die Bestrahlungskammer durchdringenden elektromagnetischen Strahlung der Anteil zumindest
 15 einer Komponente des Fluidstroms ermittelt wird. Dies erlaubt es, die für die Aufladung der Partikel erforderliche elektromagnetische Strahlung für noch einen weiteren Zweck, nämlich die Messung der zusätzlichen zumindest einen Komponente zu nutzen.

In vorteilhafter Weise kann die Komponente des Fluidstroms ausgewählt sein aus Stickstoffoxiden und Kohlenwasserstoffen. Die Ermittlung von Stickstoffoxiden (insbesondere
 20 NO und/oder NO₂) und Kohlenwasserstoffen ist insbesondere für die Abgasanalyse von Verbrennungsmotoren vorteilhaft. Theoretisch können mit dem gegenständlichen Verfahren beliebige Gase gemessen werden, die Messung von Stickstoffoxiden und/oder Kohlenwasserstoffen ist für die Anwendung im Bereich der Automobiltechnik besonders wichtig. Für die Messung von Stickstoffoxiden können verschiedene spektroskopische
 25 Verfahren angewendet werden. Im einfachsten Fall wird eine Intensitätsminderung durch Lichtabsorption der Gase im Vergleich zu einer Referenzintensität (kein Gas bzw. keine Absorption) entsprechend des Beer-Lambert'schen Gesetzes entsprechend der Formel

$$I = I_0 \cdot \exp(-a \cdot c \cdot x)$$

mit

30 I: Intensität des transmittierten Lichtes
 I₀: Intensität des einfallenden (eingestrahlt) Lichtes
 a: Absorptionskoeffizient,
 c: Konzentration,
 x: optische Länge,

35 ermittelt.

Entsprechende Absorptionswellenlängen für NO/NO₂ finden sich im UV-Bereich (z.B. bei 227 nm für NO und 400 nm für NO₂). In vorteilhafter Weise kann daher die elektromagnetische Strahlung UV-Licht sein.

5 In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung können die im Fluidstrom mitgeführten Partikel vor dem Durchströmen der Bestrahlungskammer mittels einer Koronaeinheit elektrisch aufgeladen werden. Dadurch kann die Größenabhängigkeit der Aufladung der Partikel durch die Kombination von Koronaaufladung und photoelektrischer Aufladung reduziert werden. Als „Koronaaufladung“ wird im Zusammenhang mit der gegenständlichen Offenbarung eine Diffusionsaufladung bezeichnet, bei der die freien Ladungsträger durch
10 eine elektrische Koronaentladung erzeugt werden.

In vorteilhafter Weise kann zwischen der Koronaeinheit und der Bestrahlungskammer in einer Teilerstruktur eine größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom mitgeführten Partikel in die Bestrahlungskammer einerseits und in einen die Bestrahlungskammer umgehenden Bypass andererseits erfolgt. Generell hat man bei der Diffusionsaufladung das Problem,
15 dass sich große Partikel stärker aufladen als kleine (die Anzahl der Elementarladungen pro Partikel steigt mit der Partikelgröße). Dies führt dazu, dass kleine Partikel im Messignal weniger stark gewichtet werden als große. Dies führt weiter zu einer größenabhängigen Sensor-Response, was im Falle der Anzahlkonzentrationsmessung ein unerwünschter Effekt ist. Dieser unerwünschte Effekt kann erfindungsgemäß gelindert werden, indem der
20 Partikelstrom größenselektiv aufgeteilt wird, sodass alle kleinen, aber nur ein Teil der großen Partikel in die durch die Bestrahlungskammer bereitgestellte zweite Beladungsstufe kommen. Bei der größenselektiven Aufteilung wird somit der Fluidstrom in einen Strom durch die Bestrahlungskammer und einen Bypass-Strom aufgeteilt.

In vorteilhafter Weise kann die größenselektive Aufteilung durch eine Ablenkung des
25 Fluidstroms unter Ausnutzung der Trägheit der Partikel erfolgen. Die Größenselektion erfolgt dabei über den aerodynamischen Durchmesser. Dabei wird der Fluidstrom stark umgelenkt. (Aerodynamisch) große Partikel schaffen diese Umlenkung aufgrund ihrer Trägheit nicht, während kleine Partikel in die Bestrahlungskammer gelangen können.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die größenselektive Aufteilung in der
30 Teilerstruktur mittels eines elektrischen Feldes erfolgen. Dabei erfolgt die Größenselektion über die elektrische Mobilität. Zunächst werden die Partikel mittels Diffusionsaufladung elektrisch aufgeladen (die Ladungsträger können zum Beispiel durch eine Korona-Entladung in der Koronaeinheit erfolgen). Diese Aufladung passiert größenabhängig. Mittels eines elektrischen Feldes kann danach die größenselektive Aufteilung des Fluidstromes erfolgen.
35 Der Bypass ist dabei vorzugsweise so ausgelegt, dass beide Pfade des Fluidstroms, der

durch die Bestrahlungskammer und der durch den Bypass, in etwa gleiche Durchlaufzeiten aufweisen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Fluidstrom vor dem Durchströmen der Bestrahlungskammer und vorzugsweise vor dem durchströmen der Teilerstruktur und der Koronaeinheit mit zumindest einem Verdünnungsgas verdünnt und gegebenenfalls erwärmt werden. Dadurch können Probleme, die aufgrund von Feuchtigkeit im Fluidstrom entstehen können, gelöst werden. Beispielsweise kann einem Abgasstrom als Verdünnungsgas getrocknete Umgebungsluft zugesetzt werden, die im Bereich der Probenentnahme dem Fluidstrom hinzugefügt wird. Der Taupunkt des Gemisches ist dabei höher als der des reinen Abgases. Zusätzlich können der Fluidstrom und/oder das Verdünnungsgas auch erwärmt werden. Dadurch wird Kondensation weitestgehend vermieden und eine Verschmutzung der optischen Systeme kann verhindert werden.

In einem weiteren Aspekt werden die erfindungsgemäßen Aufgaben durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, bei der an der Bestrahlungskammer zumindest eine Spektrometrieinheit zur spektroskopischen Auswertung der die Bestrahlungskammer durchdringenden elektromagnetischen Strahlung angeordnet ist.

In vorteilhafter Weise kann die Spektrometrieinheit ein dispersives Element und einen optischen Detektor aufweisen. Mittels dispersivem Element (z.B. einem Prisma, einem Beugungsgitter oder ähnlichem) kann eine Wellenlängenselektion erfolgen, die von dem optischen Detektor ausgewertet wird.

Eine vorteilhafte Ausführungsform kann erfindungsgemäß vorsehen, dass die Bestrahlungskammer einen Hohlkörper aus Quarzglas aufweist, der in eine Gehäusestruktur, vorzugsweise aus Metall, eingebettet ist. Dadurch bildet die Bestrahlungskammer eine reflektierende Außenwandung aus, die jedoch keine Elektronenfreisetzung verursacht.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann der Teilerstruktur eine Koronaeinheit zur elektrischen Aufladung der Partikel vorgelagert sein. Dadurch kann der unerwünschte Effekt der größenabhängigen Aufladung verringert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann der Bestrahlungskammer eine Teilerstruktur vorgelagert sein, wobei in der Teilerstruktur eine größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom mitgeführten Partikel in die Bestrahlungskammer einerseits und in einen die Bestrahlungskammer umgehenden Bypass andererseits erfolgt. Dies verbessert die Gleichmäßigkeit der Aufladung unabhängig von der Partikelgröße.

In vorteilhafter Weise kann die Teilerstruktur eine Ablenkeinheit aufweisen, welche eine größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom mitgeführten Partikel unter Ausnutzung ihrer Trägheit vornimmt.

In vorteilhafter Weise kann die Teilerstruktur eine Ablenkeinheit aufweisen, welche die größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom mitgeführten Partikel mittels eines elektrischen Feldes vornimmt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann stromaufwärts der Bestrahlungskammer und vorzugsweise stromaufwärts der Teilerstruktur und der Koronaeinheit eine Verdünnungseinheit vorgesehen ist, mit der der Fluidstrom mit zumindest einem Verdünnungsgas verdünnt und gegebenenfalls erwärmt wird.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 4 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

Fig.1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 3 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform,

Fig. 4 eine schaubildliche Darstellung einer beispielhaften Bestrahlungskammer der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Fig. 5 eine schematisierte Schnittansicht eines Teils einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei beispielhafte Trajektorien von Partikeln dargestellt sind.

Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 4 in einer schematischen Blockdarstellung. Die Vorrichtung weist eine Verdünnungseinheit 16, eine Bestrahlungseinheit 2, eine Partikelmesseinheit 3, einen elektromagnetischen Strahler 5 und eine Spektrometrieinheit 6 auf. Ein zu analysierender Abgasstrom 17 wird in der Verdünnungseinheit 16 mit einem Verdünnungsgas 15 vermischt und es wird ein Fluidstrom 1 gebildet, der in weiterer Folge die Bestrahlungseinheit 2 und die Partikelmesseinheit 3 durchströmt. (Alternativ kann der Fluidstrom 1 auch direkt durch den Abgasstrom 17 gebildet sein und/oder ein anderes Messfluid enthalten). Das Verdünnungsgas 15 kann beispielsweise getrocknete Umgebungsluft oder ein anderes, die Messung nicht verfälschendes Gas sein, das eine Kondensation im Fluidstrom 1 in den nachfolgenden Einheiten verhindert. Die exakte Form und Ausführung der Einheiten und Leitungen der Vorrichtung 4 ist in Fig. 1 nicht dargestellt, eine entsprechende Umsetzung liegt jedoch im Können des Durchschnittsfachmanns, der Kenntnisse der hierin offenbarten Lehren hat.

Die Bestrahlungskammer 2 besteht im Wesentlichen aus einem Hohlkörper 9 aus einem für die elektromagnetische Strahlung durchlässigen Material, wie zum Beispiel Quarzglas, der in

eine für die elektromagnetische Strahlung undurchlässige Gehäusestruktur 10 eingefasst ist, wobei die Gehäusestruktur beispielsweise aus Metall sein kann und mit dem Hohlkörper eine reflektierende Innenwandung der Bestrahlungskammer 2 ausbildet.

Über den elektromagnetischen Strahler 5 wird eine elektromagnetische Strahlung, vorzugsweise breitbandiges Licht im UV-Spektrum, in die Bestrahlungskammer 2 eingeleitet, wobei dem Strahler 5 gegenüberliegend die Spektrometrieinheit 6 angeordnet ist, die ein dispersives Element 7, beispielsweise ein Beugungsgitter, ein Prisma oder Ähnliches, und einen optischen Detektor 8, beispielsweise einen Bildsensor, etwa gemäß dem CMOS- oder CCD-Prinzip, oder ein Photodioden-Array umfasst. Die Bestrahlungskammer 2 ist somit derart beschaffen, dass die Innenwandungen reflektierend für die elektromagnetische Strahlung sind (abgesehen von dem Einlass für die elektromagnetische Strahlung und den Auslass für die Spektrometrieinheit 6), diese elektromagnetische Strahlung aber keine Elektronenfreisetzung an den Wandungen der Bestrahlungskammer 2 verursacht. Die im Fluidstrom mitgeführten Partikel werden dabei in der Bestrahlungskammer 2 durch den direkten photoelektrischen Effekt, der von der elektromagnetischen Strahlung bewirkt wird, aufgeladen.

Die Bestrahlungskammer 2 kann beispielsweise als Hohlkörper 9 ein Glasröhrchen aufweisen, welches bis auf die gewünschte Ein- und Austrittsöffnung für die elektromagnetische Strahlung verspiegelt ist. Beispielsweise kann das Glasröhrchen in einen Metallkörper eingefasst oder metallisch beschichtet sein. Wichtig hierbei ist, dass die Innenwandung der Messzelle bei einer elektromagnetischen Bestrahlung keine Elektronen emittiert. Das kann beispielsweise durch die geeignete Auswahl eines Materials mit hoher Austrittsarbeit gelöst werden. Beispielsweise können Quarz- oder Saphirgläser verwendet werden, wie sie häufig in Spektroskopen vorgesehen sind, um einen Messgasstrom von einer Optik zu trennen. Um die Länge, die die elektromagnetische Strahlung durch das Fluid von dem Strahler 5 zu der Spektrometrieinheit 6 zurücklegt, kann beispielsweise verlängert werden, in dem die Strahlung unter einem Winkel in die Bestrahlungskammer 2 eingeleitet wird. Die elektromagnetische Strahlung kann so mehrmals an den Wandungen der Bestrahlungskammer 2 reflektiert werden, bevor sie auf die Spektrometrieinheit 6 trifft.

Nach der Bestrahlungsquelle durchströmt der Fluidstrom 1 mit den geladenen Partikeln die Partikelmesseinheit 3, in der die von den Partikeln mitgeführte Ladung ermittelt wird. Die Partikelmesseinheit 3 kann beispielsweise einen Faradaykäfig aufweisen, mit dem nach dem Spiegelladungsprinzip der Partikelstrom mittels eines Elektrometers detektiert wird. Eine solche Partikelmesseinheit 3 wird auch als Faraday-Cup-Elektrometer – FCE – bezeichnet.

Zusätzlich zur photoelektrischen Aufladung der Partikel, die eine Messung der Partikelanzahl mit der Partikelmesseinheit 3 erlaubt, wird die elektromagnetische Strahlung genutzt, um den

Anteil von zumindest einer weiteren Komponente im Fluidstrom 1 zu ermitteln. Bei dieser weiteren Komponente kann es sich insbesondere um gasförmige Bestandteile handeln, die ein charakteristisches Absorptionsverhalten im Bereich des Spektrums der von dem Strahler 5 eingebrachten elektromagnetischen Strahlung bewirken. Insbesondere kann auf diese Weise die Konzentration an Stickstoffoxiden (NO_x) und/oder Kohlenwasserstoffen im Fluidstrom 1 ermittelt werden. Damit kann beispielsweise die elektromagnetische Strahlung (insbesondere UV-Licht) gleichzeitig zur Aufladung der Partikel und zur spektroskopischen NO_x-Messung verwendet werden.

In einer alternativen Ausführungsform kann die Vorrichtung 4 eine der Bestrahlungskammer 10 2 vorgelagerte Koronaeinheit 11 aufweisen, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Die Koronaeinheit 11 erzeugt unipolare Ladungsträger (Ionen), welche die Partikel im Fluidstrom insbesondere durch Diffusionsaufladung positiv aufladen. Die Diffusionsaufladung, welche vorwiegend zur unipolaren Partikelaufladung beiträgt, ist jedoch für kleine Partikel sehr ineffizient. Beispielsweise bleiben bei Partikeln mit einer Größe von unter 20 nm 15 typischerweise mehr als 50% unbeladen. Die photoelektrische Aufladung hingegen ist für kleine Partikel besonders effizient. Dies liegt einerseits daran, dass kleinere Partikel eine erhöhte Absorption aufweisen, andererseits steigt die Freisetzungswahrscheinlichkeit der Photoelektronen mit sinkender Partikelgröße an. Durch die der Bestrahlungskammer 2 vorgelagerte Koronaeinheit 11 erfolgt eine Kombination der Diffusionsaufladung in der 20 Koronaeinheit 11 mit der photoelektrischen Aufladung in der Bestrahlungskammer 2, wodurch die Beladungseffizienz sowohl bei den kleineren, als auch bei den größeren Partikeln gezielt erhöht wird.

Eine weitere alternative Ausführungsform der gegenständlichen Erfindung ist in Fig. 3 schematische und beispielhaft dargestellt. Fig. 3 zeigt eine Vorrichtung 4, bei der die zuvor in 25 einer Koronaeinheit 11 aufgeladenen Partikel größenselektiv in die Bestrahlungskammer 2 geleitet werden. Dabei werden größere Partikel über einen Bypass 13 geleitet, über den eine erste Teilströmung 21 des Fluidstroms 1 an der Bestrahlungskammer 2 vorbeigeleitet und danach (d.h. zwischen der Bestrahlungskammer 2 und der Partikelmesseinheit 3) wieder mit der anderen, zweiten Teilströmung 22 des Fluidstroms 1, die durch die Bestrahlungskammer 30 2 geleitet wurde, vereint wird. Ziel dieser Variante ist es, die Größenabhängigkeit der Aufladung zu kompensieren (da ja große Partikel in der Koronaeinheit stärker aufgeladen als kleine), und so eine bessere Korrelation des gemessenen Stroms zur Partikelanzahl zu erzielen. Bei der Partikelanzahlmessung ist es erwünscht, dass alle Partikel unabhängig von der Größe gleich stark detektiert werden. Durch die größenabhängige Aufladung in der 35 Koronaeinheit 11 werden aber größere Partikel stärker gewichtet als kleinere, sodass diese auch stärker zum Messsignal beitragen. Mit der in Fig. 3 dargestellten Variante kann erreicht werden, dass möglichst alle kleinen Partikel, und möglichst wenig große Partikel in die

Bestrahlungskammer 2 gelangen, um so die Größenabhängigkeit des Sensorsignals zu kompensieren.

Die Größenselektion erfolgt bei einer Teilerstruktur 12, bei der die Selektion entweder auf Basis des aerodynamischen Durchmessers oder auf Basis der elektrischen Mobilität der

Partikel geschieht, wobei diese beiden Möglichkeiten auch kombiniert angewendet werden können. Bei der ersten Variante (aerodynamischer Durchmesser) wird der Fluidstrom im Bereich der Teilerstruktur 12 derart umgelenkt, dass große Partikel während dieser Umlenkung aufgrund ihrer Trägheit seitlich abgelenkt werden, und so in den Bypass 13 gelangen, während kleine Partikel in die Bestrahlungskammer geleitet werden. Bei der

zweiten Variante (elektrische Mobilität) werden die Partikel zunächst (z.B. in der Koronaeinheit) mittels Diffusionsaufladung elektrisch aufgeladen, wobei diese Aufladung größenabhängig erfolgt. Im Bereich der Teilerstruktur ist ein elektrisches Feld angeordnet, welches die stark geladenen Partikel (d.h. die größeren Partikel) in den Bypass 13 ablenkt, wohingegen die wenig oder gar nicht geladenen Partikel vom elektrischen Feld weniger oder gar nicht abgelenkt werden, und so in die Bestrahlungskammer 2 gelangen. Der Verlauf des Bypasses 13 ist dabei vorzugsweise so ausgelegt, dass die erste Teilströmung 21 (durch den Bypass 13) und die zweite Teilströmung 22 (durch die Bestrahlungskammer) von der Teilerstruktur 12 bis zur Einmündung 23 jeweils in etwa gleiche Durchlaufzeiten aufweisen.

In der Bestrahlungskammer 2 erfolgt wiederum die Ermittlung der zusätzlichen

Komponente(n) des Fluidstroms, wie dies bereits in Zusammenhang mit Fig. 1 und 2 beschrieben wurde. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass die Ausführungsformen der Fig. 2 und 3 auch ohne die Spektrometrieinheit 6 vorteilhaft verwendet werden können, da die Möglichkeit der Steigerung der Beladungseffizienz für sich alleine genommen (d.h. ohne die zusätzliche Messung der Komponente, wie etwa NO_x) vorteilhaft ist. Es wird nämlich eine verbesserte Messgenauigkeit in der Partikelmesseinheit 3 erzielt, unabhängig davon, ob auch eine Messung der zusätzlichen Komponente in der Bestrahlungskammer 2 erfolgt. Der gegenständliche Anmeldetext offenbart daher auch eine Vorrichtung 4 gemäß der Darstellung der Fig. 2 oder 3, die keine Spektrometrieinheit 6 aufweist. Eine solche Ausführungsform ist jedoch kein Gegenstand der Erfindung.

Auch in den in Fig. 2 und/oder 3 dargestellten Vorrichtungen 4 kann der Fluidstrom 1 gegebenenfalls von einer Verdünnungseinheit 16 stammen, wie sie in Verbindung mit der Beschreibung der Fig. 1 offenbart ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist jedoch nicht auf eine bestimmte Beschaffenheit und/oder Quelle von Fluidströmen eingeschränkt, sondern umfasst alle Arten von Fluida, die einer erfindungsgemäßen kombinierten Messung von Partikeln und anderen Komponenten zugänglich sind.

Fig. 4 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Bestrahlungskammer 2, die einen im Wesentlichen zylindrischen Hohlkörper 9, beispielsweise ein Rohr aus Quarzglas oder Saphirglas, dessen Außenseite von einer Gehäusestruktur 10 umgeben ist, beispielsweise ein Metallkörper oder eine Metallbeschichtung. An der Gehäusestruktur 10 sind mehrere „Fenster“ ausgespart, an denen elektromagnetische Strahler 5, 5' beziehungsweise Spektrometrieinheiten 6, 6' angeordnet werden können. Beispielsweise kann ein elektromagnetischer Strahler 5 unter einem Winkel von 90 Grad auf die Rohrachse der Bestrahlungskammer 2 angeordnet sein, wobei die elektromagnetische Strahlung den Durchmesser der Bestrahlungskammer 2 quert und an der gegenüberliegenden Seite auf eine Spektrometrieinheit 6 trifft. Da die Bestrahlungskammer 2 zylindrisch ausgeführt ist, kann die Strahlung aber auch in einem Winkel ungleich 90° in die Bestrahlungskammer 2 eingestrahlt werden, wie dies in Fig. 4 durch den schräg angeordneten elektromagnetischen Strahler 5' dargestellt ist. Die Strahlung kann dabei gegebenenfalls von den Rohrwandungen ein oder mehrere Male reflektiert werden, bevor sie auf die Spektrometrieinheit 6' trifft. Dadurch lässt sich die Länge, die die elektromagnetische Strahlung in der Bestrahlungskammer 2 zurücklegt, definieren und verändern. Im Grenzfall kann die elektromagnetische Strahlung die Bestrahlungskammer 2 auch parallel zur Rohrachse durchqueren. Gegebenenfalls können mehrere Strahler 5, 5' und Spektrometrieinheiten 6, 6' mit unterschiedlichen Strahlungsgängen an einer einzigen Bestrahlungskammer 2 angeordnet sein, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist. Die einzelnen Strahler können beispielsweise elektromagnetische Strahlungen mit unterschiedlicher Wellenlänge aussenden, wobei die entsprechenden Spektrometrieinheiten auf die jeweilige Wellenlänge abgestimmt sind.

Fig. 5 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Teilkomponente 20 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 4, wobei ein Querschnitt der Teilkomponente 20 entlang einer Strömungsebene des Fluidstroms 1 dargestellt ist. Bezogen auf die Strömungsrichtung beginnt die Teilkomponente 20 an einem Einlass 18, wo der Fluidstrom 1 in den Teilabschnitt 20 eingeleitet wird und endet bei einem Auslass 19, bei dem der Fluidstrom 1 die Teilkomponente 20 wieder verlässt. In Fig. 3 ist der entsprechende Abschnitt der Vorrichtung 4, der die Teilkomponente 20 bildet, mit demselben Bezugszeichen schematisch eingezeichnet.

Bei einer Teilerstruktur 12 teilt sich die Leitung, von der der Fluidstrom 1 geführt wird, in eine Bypass 13 und einen Kammerkanal 24 auf. Dementsprechend teilt sich auch der Fluidstrom in eine erste Teilströmung 21, die den Bypass 13 durchströmt, und eine zweite Teilströmung 22, die den Kammerkanal 24 durchströmt, auf. Im Bereich der bzw. unmittelbar vor der Teilerstruktur 12 ist eine Ablenkeinheit 14 angeordnet, welche ein elektromagnetisches Feld aufbaut, das vom Fluidstrom durchflossen wird. Das elektromagnetische Feld lenkt die

bereits geladenen, schwereren Partikel in den Bypass 13, wohingegen die leichteren, und daher ungeladenen Partikel in den Kammerkanal 24 geleitet werden.

Der Kammerkanal 24 leitet die zweite Teilströmung 22 durch eine Bestrahlungskammer 2, in die durch elektromagnetische Strahler 5, 5' elektromagnetische Strahlung eingebracht wird,

5 um die mit der zweiten Teilströmung 22 mitgeführten Partikel photoelektrisch aufzuladen.

Gegenüber dem ersten Strahler 5, der eine den Durchmesser der Bestrahlungskammer 2 querende Strahlung aussendet, ist eine erste Spektrometrieinheit 6 angeordnet, mit der gemäß dem zuvor beschriebenen Prinzip eine weitere Komponente des Fluidstroms 1

10 ermittelt werden kann. Weiters ist stromaufwärts der Bestrahlungskammer 2 in einer Kurve des Kammerkanals 24 ein weiterer Strahler 5' angeordnet, der eine elektromagnetische Strahlung parallel zur Achse der Bestrahlungskammer 2 richtet, die auf eine nach der Bestrahlungskammer 2 angeordnete weitere Spektrometrieinheit 6 ausgerichtet ist.

Die Form und Länge des Bypass 13 ist derart ausgelegt ist, dass Partikel, die von der ersten Teilströmung 21 durch den Bypass 13 geführt werden, und Partikel, die von der zweiten

15 Teilströmung 22 durch den Kammerkanal 24 geführt werden, für ihre Bewegung von der Teilerstruktur 12 zu der Einmündung 23 in etwa die selbe Zeit benötigen.

Die Teilkomponente 20 ist somit bezogen auf den Fluidstrom 1 zwischen der Koronaeinheit 11 und der Partikelmesseinheit 3 angeordnet, wobei beim Einlass 18 der Fluidstrom 1 mit den von der Koronaeinheit 11 aufgeladenen Partikeln einströmt, und der Fluidstrom 1 die

20 Teilkomponente 20 beim Auslass 19 wieder verlässt, wobei der Teil der Partikel, die durch die Bestrahlungskammer 2 geströmt sind, (d.h. im Wesentlichen die kleineren Partikel), durch die von den elektromagnetischen Strahlern 5, 5' in die Bestrahlungskammer 2 eingebrachte elektromagnetische Strahlung zusätzlich aufgeladen wurden.

Ein Vorteil der hierin offenbarten Vorrichtungen und Verfahren liegt darin, dass man im

25 Unterschied zu bisherigen Verfahren und Vorrichtungen zur Messung der

Partikelanzahlkonzentration die Größenabhängigkeit des Sensorsignals lediglich durch die Aufladung kompensieren kann. Es sind daher keinerlei Filter, Diffusionsgitter oder elektrostatischer Ablenker erforderlich, welche einen erheblichen Teil der Partikel vom Abgasstrom entnehmen, ohne dass diese zur weiteren Diagnose zur Verfügung stehen.

30 Gemäß der gegenständlichen Erfindung stehen (abgesehen von Diffusionsverlusten oder thermophoretischen Verlusten) im Wesentlichen alle Partikel zur weiteren Messung zur Verfügung.

Die gegenständliche Erfindung ist insbesondere im Zusammenhang mit einer kombinierten Messung von Partikeln und Stickstoffoxiden (NOx) vorteilhaft, welche speziell für

35 automotives Abgas relevant ist. Die gegenständliche Offenbarung ist jedoch nicht auf solche Messverfahren beschränkt.

Bezugszeichen:

	Fluidstrom 1
5	Bestrahlungskammer 2
	Partikelmesseinheit 3
	Vorrichtung 4
	elektromagnetischen Strahler 5
	Spektrometrieinheit 6
10	dispersives Element 7
	optischen Detektor 8
	Hohlkörper 9
	Gehäusestruktur 10
	Koronaeinheit 11
15	Teilerstruktur 12
	Bypass 13
	Ablenkeinheit 14
	Verdünnungsgas 15
	Verdünnungseinheit 16
20	Abgasstrom 17
	Einlass 18
	Auslass 19
	Teilabschnitt 20
	erste Teilströmung 21
25	zweite Teilströmung 22
	Einmündung 23
	Kammerkanal 24

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Eigenschaften eines Fluidstroms (1), wobei der Fluidstrom (1) durch eine Bestrahlungskammer (2) geleitet wird, in welcher der Fluidstrom (1) zur photoelektrischen Aufladung von in dem Fluidstrom (1) mitgeführten Partikeln mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird, wobei die Aufladung der Partikel in einer der Bestrahlungskammer (2) nachgelagerten Partikelmesseinheit (3) ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch eine spektroskopische Auswertung der die Bestrahlungskammer (2) durchdringenden elektromagnetischen Strahlung der Anteil zumindest einer Komponente des Fluidstroms ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponente des Fluidstroms ausgewählt ist aus Stickstoffoxiden und Kohlenwasserstoffen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Strahlung UV-Licht ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die im Fluidstrom (1) mitgeführten Partikel vor dem Durchströmen der Bestrahlungskammer mittels einer Koronaeinheit (11) elektrisch aufgeladen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Koronaeinheit (11) und der Bestrahlungskammer (2) in einer Teilerstruktur (12) eine größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom (1) mitgeführten Partikel in die Bestrahlungskammer (2) einerseits und in einen die Bestrahlungskammer (2) umgehenden Bypass (13) andererseits erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die größenselektive Aufteilung durch eine Ablenkung des Fluidstroms (1) unter Ausnutzung der Trägheit der Partikel erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die größenselektive Aufteilung in der Teilerstruktur (12) mittels eines elektrischen Feldes erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Fluidstrom (1) vor dem Durchströmen der Bestrahlungskammer (2) und vorzugsweise vor dem durchströmen der Teilerstruktur (12) und der Koronaeinheit (11) mit zumindest einem Verdünnungsgas (15) verdünnt und gegebenenfalls erwärmt wird.
9. Vorrichtung (4) zur Ermittlung von Eigenschaften eines Fluidstroms (1), wobei die Vorrichtung (4) eine Bestrahlungskammer (2) und eine der Bestrahlungskammer (2) nachgelagerten Partikelmesseinheit (3) aufweist, die vom Fluidstrom (1) durchströmt werden,

wobei die Bestrahlungskammer (2) einen elektromagnetischen Strahler (5) aufweist, mit dem der Fluidstrom (1) in der Bestrahlungskammer (2) zur photoelektrischen Aufladung von in dem Fluidstrom (1) mitgeführten Partikeln mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlbar ist, und wobei die Aufladung der Partikel in der Partikelmesseinheit (3) ermittelbar ist, **dadurch**

5 **gekennzeichnet, dass** an der Bestrahlungskammer (2) zumindest eine Spektrometrieinheit (6) zur spektroskopischen Auswertung der die Bestrahlungskammer (2) durchdringenden elektromagnetischen Strahlung angeordnet ist.

10. Vorrichtung (4) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Spektrometrieinheit (6) ein dispersives Element (7) und einen optischen Detektor (8)

10 aufweist.

11. Vorrichtung (4) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestrahlungskammer (2) einen Hohlkörper (9) aus Quarzglas aufweist, der in eine Gehäusestruktur (10), vorzugsweise aus Metall, eingebettet ist.

12. Vorrichtung (4) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der

15 Bestrahlungskammer (2) eine Koronaeinheit (11) zur elektrischen Aufladung der Partikel vorgelagert ist.

13. Vorrichtung (4) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Bestrahlungskammer (2) eine Teilerstruktur (12) vorgelagert ist, wobei in der Teilerstruktur (12) eine größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom (1) mitgeführten Partikel in die

20 Bestrahlungskammer (2) einerseits und in einen die Bestrahlungskammer (2) umgehenden Bypass (13) andererseits erfolgt.

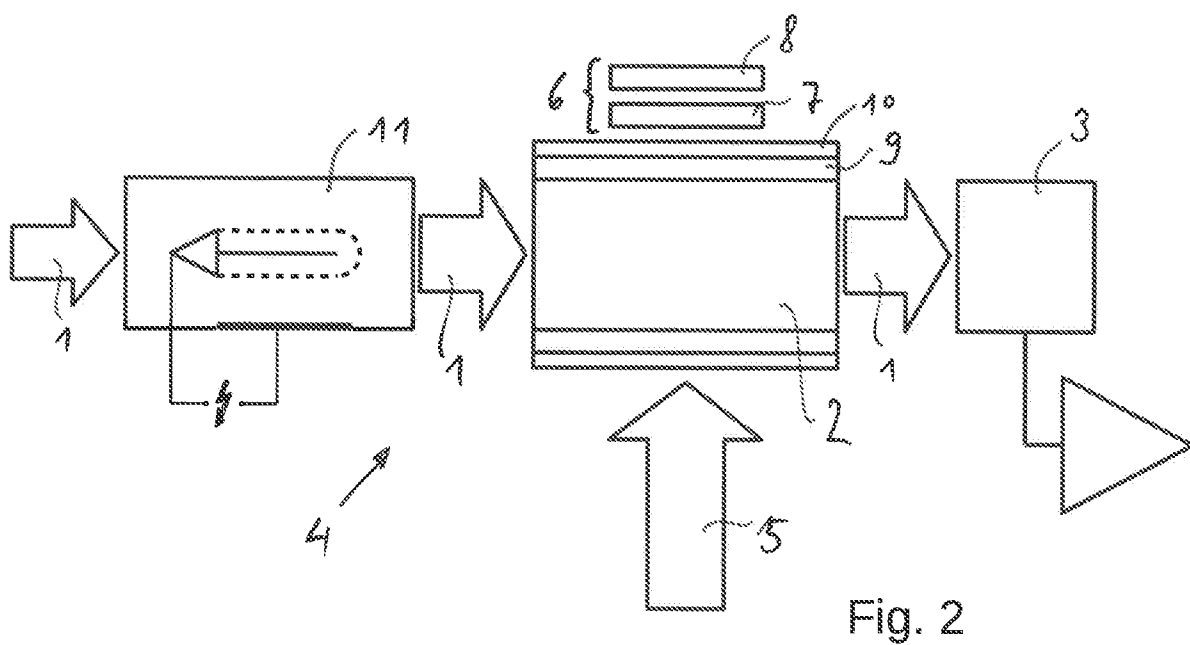
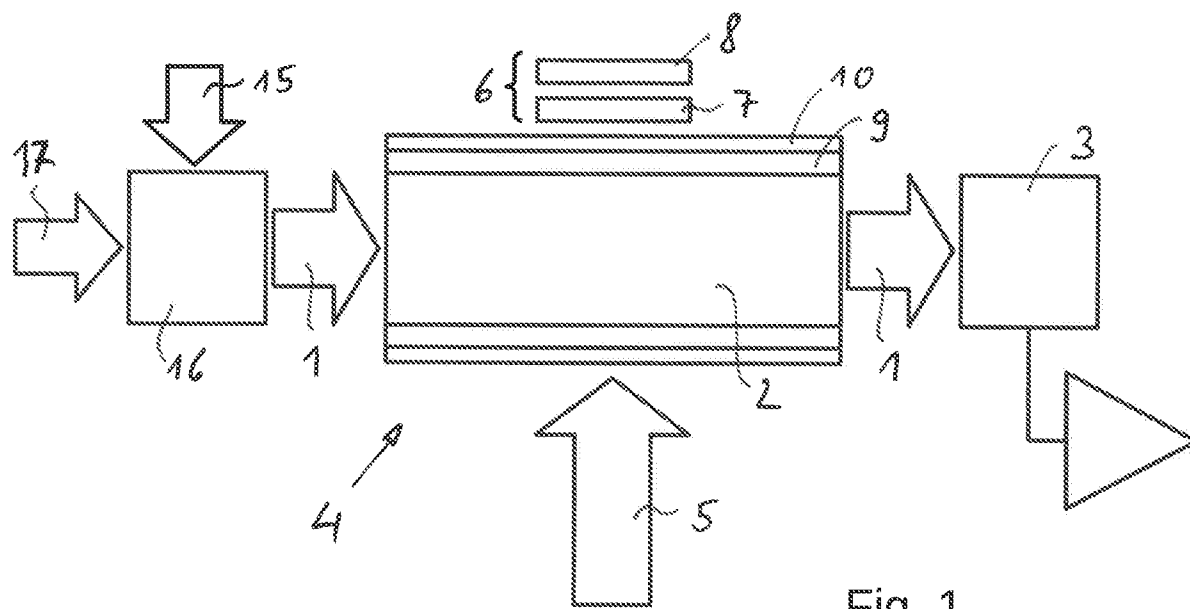
14. Vorrichtung (4) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilerstruktur (12) eine Ablenkeinheit (14) aufweist, welche eine größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom (1) mitgeführten Partikel unter Ausnutzung ihrer Trägheit vornimmt.

25 15. Vorrichtung (4) nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilerstruktur (12) eine Ablenkeinheit (14) aufweist, welche die größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom (1) mitgeführten Partikel mittels eines elektrischen Feldes vornimmt.

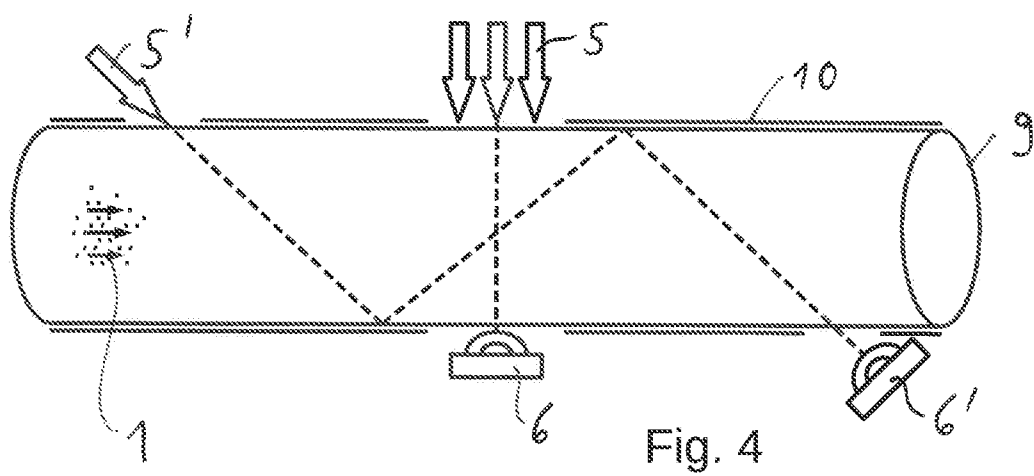
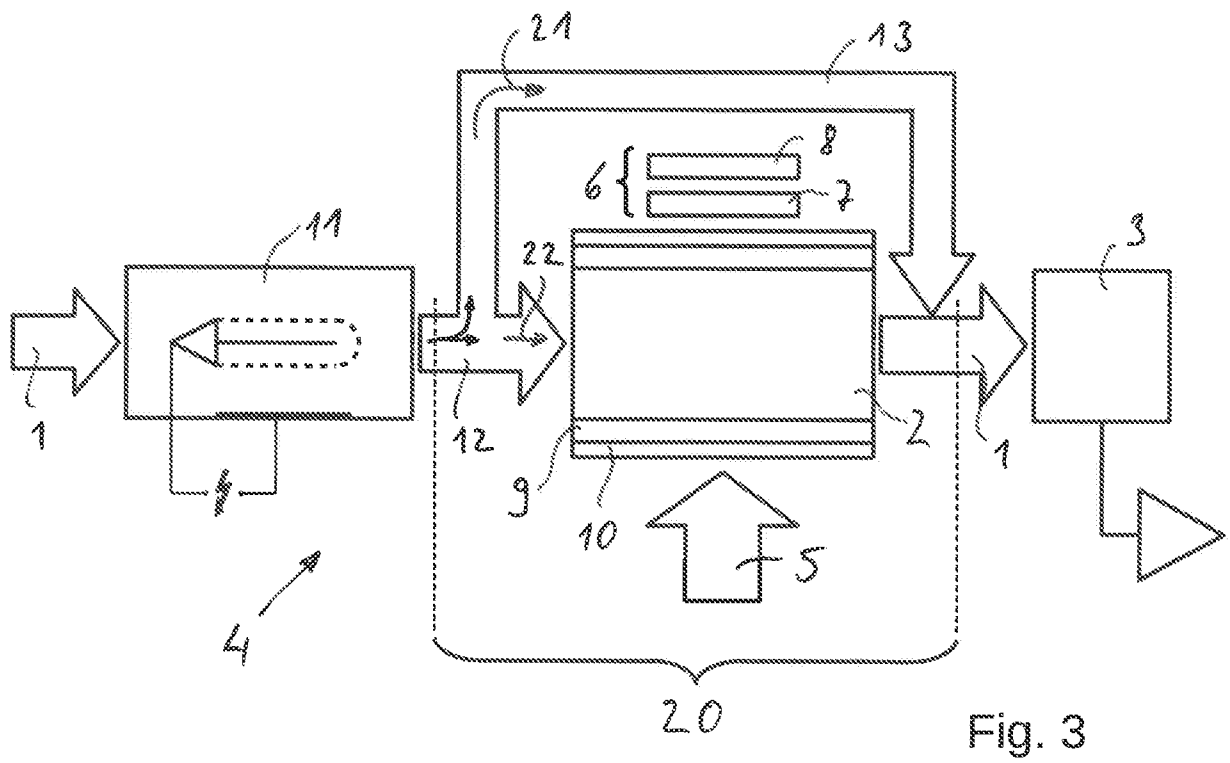
16. Vorrichtung (4) nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts der Bestrahlungskammer (2) und vorzugsweise stromaufwärts der

30 Teilerstruktur (12) und der Koronaeinheit (11) eine Verdünnungseinheit (16) vorgesehen ist, mit der der Fluidstrom (1) mit zumindest einem Verdünnungsgas (15) verdünnt und gegebenenfalls erwärmt wird.

1/3



2/3



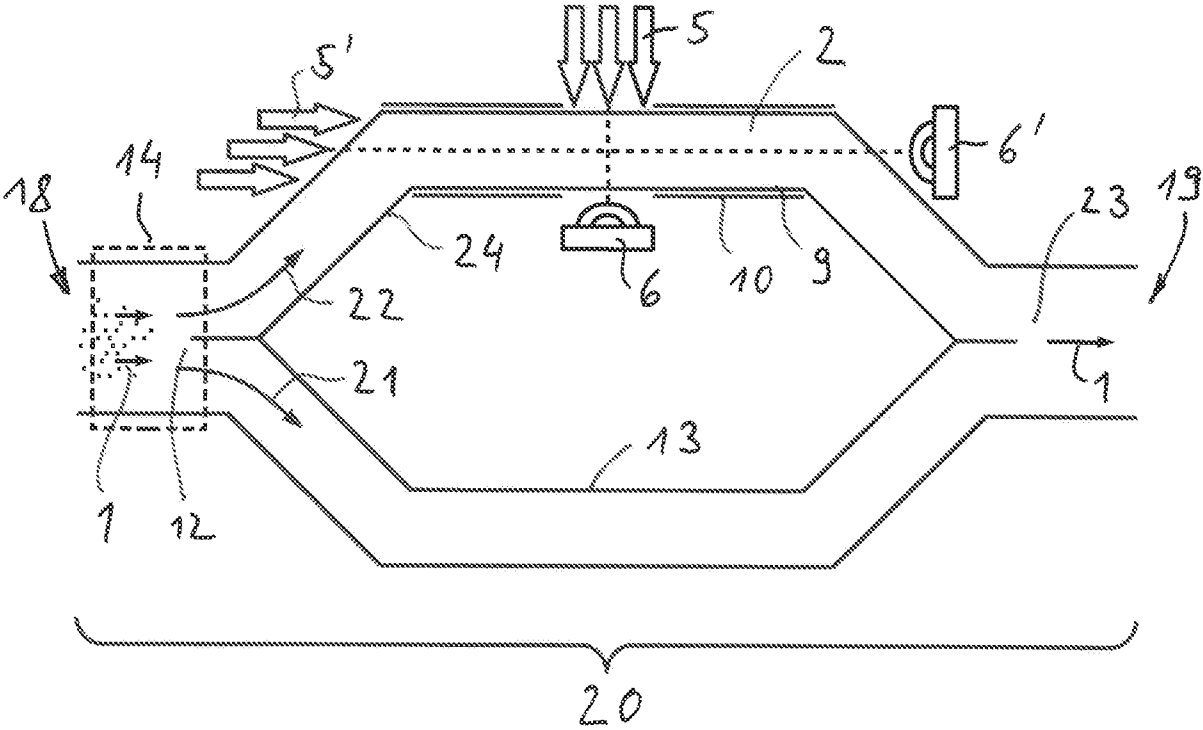


Fig. 5

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

G01N 15/06 (2006.01); **G01N 21/35** (2014.01); **G01N 27/66** (2006.01); **G01N 21/33** (2006.01); **G01N 15/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

G01N 15/0656 (2013.01); **G01N 21/35** (2013.01); **G01N 27/66** (2013.01); **G01N 21/33** (2013.01); **G01N 2015/03** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

G01N

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPIAP, PATDEW, PATENW

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 20.12.2019 eingereichten Ansprüchen 1-16 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	US 5701009 A (GRIFFITHS RICHARD F [GB], JONES CHRISTOPHER DAVID [GB]) 23. Dezember 1997 (23.12.1997) Zusammenfassung; Spalte 3, Zeilen 14-40; Fig. 1	1, 3, 9, 10, 11
Y	CN 103163090 B (HEFEI INST PHYSICAL SCI CAS) 17. Dezember 2014 (17.12.2014) Zusammenfassung; Fig. 1.	1, 3, 9, 10, 11
A	EP 3255407 A1 (CAMBRIDGE ENTERPRISE LTD THE OLD SCHOOLS [GB], ALPHASENSE LTD [GB]) 13. Dezember 2017 (13.12.2017) Zusammenfassung; Fig. 19.	1-16
A	EP 1681551 A1 (MATTER ENGINEERING AG [CH]) 19. Juli 2006 (19.07.2006) Zusammenfassung; Fig. 7.	1-16

Datum der Beendigung der Recherche:

30.11.2020

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

SEYRINGER Christian

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

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

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

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Eigenschaften eines Fluidstroms (1), wobei der Fluidstrom (1) aus Partikeln und gasförmigen Komponenten besteht und durch eine Bestrahlungskammer (2) geleitet wird, in welcher der Fluidstrom (1) zur photoelektrischen Aufladung von in dem Fluidstrom (1) mitgeführten Partikeln mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlt wird, wobei die Aufladung der Partikel in einer der Bestrahlungskammer (2) nachgelagerten Partikelmesseinheit (3) ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch eine spektroskopische Auswertung der die Bestrahlungskammer (2) durchdringenden elektromagnetischen Strahlung der Anteil zumindest einer gasförmigen Komponente des Fluidstroms ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gasförmige Komponente des Fluidstroms ausgewählt ist aus Stickstoffoxiden und Kohlenwasserstoffen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Strahlung UV-Licht ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die im Fluidstrom (1) mitgeführten Partikel vor dem Durchströmen der Bestrahlungskammer mittels einer Koronaeinheit (11) elektrisch aufgeladen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Koronaeinheit (11) und der Bestrahlungskammer (2) in einer Teilerstruktur (12) eine größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom (1) mitgeführten Partikel in die Bestrahlungskammer (2) einerseits und in einen die Bestrahlungskammer (2) umgehenden Bypass (13) andererseits erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die größenselektive Aufteilung durch eine Ablenkung des Fluidstroms (1) unter Ausnutzung der Trägheit der Partikel erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die größenselektive Aufteilung in der Teilerstruktur (12) mittels eines elektrischen Feldes erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Fluidstrom (1) vor dem Durchströmen der Bestrahlungskammer (2) und vorzugsweise vor dem durchströmen der Teilerstruktur (12) und der Koronaeinheit (11) mit zumindest einem Verdünnungsgas (15) verdünnt und gegebenenfalls erwärmt wird.
9. Vorrichtung (4) zur Ermittlung von Eigenschaften eines Fluidstroms (1), welcher aus Partikeln und gasförmigen Komponenten besteht, wobei die Vorrichtung (4) eine

- Bestrahlungskammer (2) und eine der Bestrahlungskammer (2) nachgelagerten Partikelmesseinheit (3) aufweist, die vom Fluidstrom (1) durchströmt werden, wobei die Bestrahlungskammer (2) einen elektromagnetischen Strahler (5) aufweist, mit dem der Fluidstrom (1) in der Bestrahlungskammer (2) zur photoelektrischen Aufladung von in dem Fluidstrom (1) mitgeführten Partikeln mit elektromagnetischer Strahlung bestrahlbar ist, und wobei die Aufladung der Partikel in der Partikelmesseinheit (3) ermittelbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bestimmung eines Anteils zumindest einer gasförmigen Komponente des Fluidstroms an der Bestrahlungskammer (2) zumindest eine Spektrometrieinheit (6) zur spektroskopischen Auswertung der die Bestrahlungskammer (2) durchdringenden elektromagnetischen Strahlung angeordnet ist.
10. Vorrichtung (4) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Spektrometrieinheit (6) ein dispersives Element (7) und einen optischen Detektor (8) aufweist.
11. Vorrichtung (4) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestrahlungskammer (2) einen Hohlkörper (9) aus Quarzglas aufweist, der in eine Gehäusestruktur (10), vorzugsweise aus Metall, eingebettet ist.
12. Vorrichtung (4) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Bestrahlungskammer (2) eine Koronaeinheit (11) zur elektrischen Aufladung der Partikel vorgelagert ist.
13. Vorrichtung (4) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Bestrahlungskammer (2) eine Teilerstruktur (12) vorgelagert ist, wobei in der Teilerstruktur (12) eine größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom (1) mitgeführten Partikel in die Bestrahlungskammer (2) einerseits und in einen die Bestrahlungskammer (2) umgehenden Bypass (13) andererseits erfolgt.
14. Vorrichtung (4) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilerstruktur (12) eine Ablenkeinheit (14) aufweist, welche eine größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom (1) mitgeführten Partikel unter Ausnutzung ihrer Trägheit vornimmt.
15. Vorrichtung (4) nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilerstruktur (12) eine Ablenkeinheit (14) aufweist, welche die größenselektive Aufteilung der im Fluidstrom (1) mitgeführten Partikel mittels eines elektrischen Feldes vornimmt.
16. Vorrichtung (4) nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts der Bestrahlungskammer (2) und vorzugsweise stromaufwärts der Teilerstruktur (12) und der Koronaeinheit (11) eine Verdünnungseinheit (16) vorgesehen ist, mit der der Fluidstrom (1) mit zumindest einem Verdünnungsgas (15) verdünnt und gegebenenfalls erwärmt wird.