

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 398/2015 (51) Int. Cl.: **G01N 21/53** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 22.06.2015 **G01N 21/15** (2006.01)  
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2017

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 0539202 A2  
WO 0070330 A1  
CN 2616902 Y  
DE 69430289 T2  
DE 19531263 A1  
US 3833305 A

(73) Patentinhaber:  
AVL DiTest GmbH  
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
Pongratz Helmut Dipl.Ing. (FH)  
8054 Graz (AT)  
Lukesch Walter  
8041 Graz (AT)  
Bergmann Alexander Dr.  
8052 Graz (AT)  
Falk Patrick Dipl.Ing.  
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
Hartinger Mario Dipl.Ing., Kopetz Heinrich  
Dipl.Ing.  
8020 Graz (AT)

(54) **Messvorrichtung und Messverfahren zur Driftüberwachung von optischen Systemen**

(57) Vorrichtung und Verfahren zur Trübungsmessung eines partikelbeladenen Abgasstroms (1), insbesondere Opazimeter, umfassend eine sich entlang einer Messachse (2) erstreckende Messkammer (3), die zur Trübungsmessung von dem Abgasstrom (1) gefüllt und durchströmt ist, einen außerhalb der Messkammer (3) angeordneten Strahlungsdetektor (4), eine außerhalb der Messkammer (3) angeordnete Strahlungsquelle (5), deren Messstrahlung entlang der Messachse (2) durch eine innere Messstrahlöffnung (7) in die Messkammer (3) eintritt, den Abgasstrom (1) in der Messkammer (3) mindestens einmal durchsetzt, durch eine innere Messstrahlöffnung (7) wieder aus der Messkammer (3) austritt und durch den partikelbeladenen Abgasstrom (1) abgeschwächt auf den Strahlungsdetektor (4) trifft, wobei beabstandet von der Messachse (2) ein Driftdetektor (23) vorgesehen ist, der insbesondere als Kalibrierstrahlungsdetektor ausgebildet ist, wobei der Strahlungsdetektor (4) und der Driftdetektor (23) neben oder unmittelbar neben der Strahlungsquelle (5) angeordnet sind, oder dass die Strahlungsquelle (5) in einer zur Messachse (2) im Wesentlichen

normalen Ebene zwischen dem Strahlungsdetektor (4) und dem Driftdetektor (23) angeordnet ist.

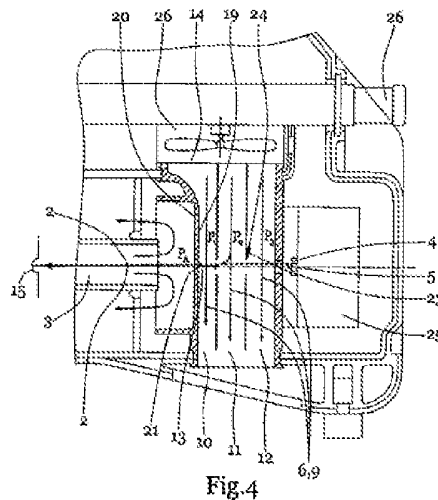


Fig. 4

## Beschreibung

### MESSVORRICHTUNG UND MESSVERFAHREN ZUR DRIFTÜBERWACHUNG VON OPTISCHEN SYSTEMEN

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren gemäß Oberbegriff eines unabhängigen Patenanspruchs.

**[0002]** Insbesondere betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur indirekten Partikelmessung durch Messung der Trübung eines Abgasstroms, wobei der Abgasstrom gegebenenfalls ein abgezwigter Teilstrom eines Abgasstroms eines Verbrennungsmotors oder ein am Auspuffrohr entnommener Teilstrom des Abgases eines Kraftfahrzeugs mit einer Abgasnachbehandlungsanlage ist.

**[0003]** Gegebenenfalls ist die erfindungsgemäße Vorrichtung dazu geeignet oder eingerichtet, bei einer Abgasuntersuchung im Rahmen einer gesetzlichen Begutachtung oder Überprüfung eines Kraftfahrzeuges oder dessen Abgasnachbehandlungsanlage eingesetzt zu werden. Insbesondere für ein Kraftfahrzeug mit einem Dieselmotor sind bei Werkstattüberprüfungen Abgas-trübungsmessungen bzw. Partikelmessungen vorgeschrieben. Aufgrund immer strengerer Schadstoff- bzw. Partikelgrenzwerte besteht eine grundsätzliche Nachfrage an Partikel- oder Trübungsmessgeräten mit hoher Messgenauigkeit.

**[0004]** Vorrichtungen zur Trübungsmessung eines partikelbeladenen Abgasstroms, insbesondere Opazimeter, sind in unterschiedlichen Ausführungsformen bekannt und publiziert.

**[0005]** Beispielsweise sind Opazimeter bekannt, die eine vom Abgasstrom durchströmte rohrförmige Messkammer und eine Durchleuchtungs Vorrichtung zur Durchleuchtung der Messkammer umfassen. Durch die im Abgas enthaltenen Partikel werden Teile der von einer Lichtquelle der Durchleuchtungs Vorrichtung stammenden Strahlung absorbiert, gestreut oder reflektiert, sodass es zu einer Abschwächung der Strahlung kommt. Diese abgeschwächte Strahlung wird von einem Lichtdetektor detektiert. Aus der Differenz zwischen emittierter Strahlung und detektierter Strahlung kann in weiterer Folge auf die Opazität bzw. auf die Trübung des Abgasstroms rückgeschlossen werden. Um die Messgenauigkeit und die Zuverlässigkeit herkömmlicher Opazimeter zu verbessern, werden die Lichtquelle und der Lichtdetektor außerhalb der Messkammer angeordnet und gegebenenfalls durch einen Spülluftvorhang vor einem direkten Kontakt mit dem Abgasstrom geschützt. Eine derartige Anordnung zeigen beispielsweise die EP 0 539 202 A2 und die CN 2616902 Y. Jedoch verschlechtern herkömmliche Sperrluftvorhänge die Messgenauigkeit des Messgeräts, da es durch die Sperrluftströmung zu einer Verwirbelung des Abgases im Grenzbereich zwischen Sperrluft und Abgasstrom kommt, wodurch die durchleuchtete Messlänge in nicht vorherbestimmbarer Weise schwankt. Da die Trübung des Lichtstrahls maßgeblich von der Messlänge abhängig ist, kommt es durch diesen Effekt zu Messwert-schwankungen bzw. zu einer Messungenauigkeit.

**[0006]** Darüber hinaus kann es auch durch Partikel in der aus der Umgebung angesaugten Sperrluft zu einer ungewollten Abschwächung des Messstrahls kommen, wodurch die Messgenauigkeit wiederum verschlechtert wird.

**[0007]** Ein weiteres bekanntes Problem herkömmlicher Trübungsmessgeräte ist die Messdrift, die beispielsweise durch Temperatur- oder Druckschwankungen im Bereich des Detektors und/oder im Bereich der Lichtquelle hervorgerufen wird. Gemäß Stand der Technik werden zur Kompensation der Messdrift vor der Messung und nach der Messung Kompensationsparameter aufgenommen, die dann durch lineare Interpolation oder durch Verwendung von Kalibrierkurven eine nachträgliche Berichtigung der erhaltenen Messwerte ermöglichen.

**[0008]** Es besteht somit ein Zielkonflikt zwischen unterschiedlichen Vorkehrungen zur Verbesserung der Messgenauigkeit und der Zuverlässigkeit herkömmlicher Partikel- oder Trübungsmessgeräte.

**[0009]** Aufgabe der Erfindung ist es, insbesondere diesen Zielkonflikt zu lösen.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Aufgabe wird insbesondere durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

**[0011]** Gegebenenfalls betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Trübungsmessung eines partikelbeladenen Abgasstroms, insbesondere ein Opazimeter, umfassend eine sich entlang einer Messachse erstreckende Messkammer, die zur Trübungsmessung von dem Abgasstrom gefüllt und durchströmt ist, einen außerhalb der Messkammer angeordneten Strahlungsdetektor, eine außerhalb der Messkammer angeordnete Strahlungsquelle, deren Messstrahlung entlang der Messachse durch eine innere Messstrahlöffnung in die Messkammer eintritt, den Abgasstrom in der Messkammer mindestens einmal durchsetzt, durch eine innere Messstrahlöffnung wieder aus der Messkammer austritt und durch den partikelbeladenen Abgasstrom abgeschwächt auf den Strahlungsdetektor trifft, und mindestens eine Sperrluftanordnung, die sich zwischen der Strahlungsquelle und der Messkammer und/oder zwischen dem Strahlungsdetektor und der Messkammer und/oder zwischen einem gegebenenfalls vorgesehenen Spiegel und der Messkammer erstreckt.

**[0012]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Sperrluftanordnung mindestens zwei nebeneinander und quer zur Messachse verlaufende und von Sperrluft durchströmte Sperrluftkanäle umfasst, wobei ein erster Sperrluftkanal zwischen einem zweiten Sperrluftkanal und der Messkammer angeordnet ist, wobei die innere Messstrahlöffnung der Messkammer in den ersten Sperrluftkanal mündet, und wobei die Sperrluftkanäle entlang der Messachse Messstrahlöffnungen zum Durchtritt der Messstrahlung aufweisen.

**[0013]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Sperrluft des ersten Sperrluftkanals im Bereich der Messachse von der Strömungsgeschwindigkeit der Sperrluft des zweiten Sperrluftkanals im Bereich der Messachse abweicht.

**[0014]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass bei durchströmter Sperrluftanordnung der Druck der Sperrluft des ersten Sperrluftkanals im Bereich der Messachse vom Druck der Sperrluft des zweiten Sperrluftkanals im Bereich der Messachse abweicht.

**[0015]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der erste Sperrluftkanal entlang der Sperrluftströmung eine Querschnittsverjüngung oder eine kontinuierliche Querschnittsverjüngung aufweist, und dass der erste Sperrluftkanal im Bereich der Messachse einen kleineren Querschnitt aufweist als im Bereich der Einmündung und insbesondere düsenförmig ausgebildet ist.

**[0016]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der erste Sperrluftkanal entlang der Sperrluftströmung eine Querschnittsverjüngung aufweist, und dass der zweite Sperrluftkanal entlang der Sperrluftströmung einen im Wesentlichen konstanten Querschnitt aufweist, oder dass der zweite Sperrluftkanal entlang der Sperrluftströmung eine Querschnittserweiterung aufweist, oder dass der zweite Sperrluftkanal entlang der Sperrluftströmung eine Querschnittsverjüngung aufweist, die geringer ist als die Querschnittsverjüngung des ersten Sperrluftkanals.

**[0017]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass bei durchströmter Sperrluftanordnung der Druck der Sperrluft im Bereich der Messachse im ersten Sperrluftkanal kleiner ist als der Druck der Sperrluft im Bereich der Messachse im zweiten Sperrluftkanal.

**[0018]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Geschwindigkeit der Sperrluft im Bereich der Messachse im ersten Sperrluftkanal größer ist als die Geschwindigkeit der Sperrluft im Bereich der Messachse im zweiten Sperrluftkanal.

**[0019]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass bei durchströmter Sperrluftanordnung der Druck der Sperrluft im Bereich der Messachse im ersten Sperrluftkanal gleich oder geringfügig kleiner ist als der Druck des Abgasstroms in der Messkammer im Bereich der zwischen der Messkammer und dem ersten Sperrluftkanal angeordneten inneren Messstrahlöffnung.

**[0020]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Sperrluftanordnung einen dritten Sperrluftkanal umfasst, der zwischen dem zweiten Sperrluftkanal und der Strahlungsquelle, zwischen dem zweiten Sperrluftkanal und dem Strahlungsdetektor und/oder zwischen dem zweiten Sperrluftkanal und dem gegebenenfalls außerhalb der Messkammer vorgesehenen Spiegel zur Umlen-

kung der Messtrahlung angeordnet ist.

**[0021]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass bei durchströmter Sperrluftanordnung der Druck der Sperrluft im Bereich der Messachse im zweiten Sperrluftkanal kleiner oder gleich dem Druck der Sperrluft im Bereich der Messachse im dritten Sperrluftkanal ist.

**[0022]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Geschwindigkeit der Sperrluft im Bereich der Messachse im zweiten Sperrluftkanal größer oder gleich der Geschwindigkeit der Sperrluft im Bereich der Messachse im dritten Sperrluftkanal ist.

**[0023]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Sperrluftanordnung mindestens ein Gebläse umfasst, dessen Gebläseausgang an die Einmündung eines Sperrluftkanals oder mehrerer Sperrluftkanäle angrenzt.

**[0024]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Gebläse als Axiallüfter ausgebildet ist, wobei die Drehachse des Axiallüfters im Wesentlichen parallel zum Verlauf des Strömungs- bzw. Sperrluftkanals oder der Strömungs- bzw. Sperrluftkanäle verläuft.

**[0025]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass das Gebläse als Radiallüfter ausgebildet ist, wobei die Drehachse des Radiallüfters im Wesentlichen normal zum Verlauf des Sperrluftkanals oder der Sperrluftkanäle verläuft.

**[0026]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass zwischen Gebläseausgang und Einmündung eines Sperrluftkanals bzw. der Sperrluftkanäle ein Ausgleichsvolumen zur Dämpfung von Pulsationen vorgesehen ist. Die Luft wird also aus dem Gebläse zuerst in ein Ausgleichsvolumen geleitet um Pulsationen der Pumpe und damit einhergehende Druckschwankungen zu minimieren.

**[0027]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass entlang der Messachse direkt vor und direkt nach der Messkammer je eine Sperrluftanordnung vorgesehen ist, sodass die an gegenüberliegenden Enden der Messkammer vorgesehenen inneren Messstrahlöffnungen, in jeweils einen angrenzenden ersten Sperrluftkanal münden.

**[0028]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass beidseitig der Messkammer, entlang der Messachse insbesondere direkt vor und direkt nach der Messkammer, je eine Sperrluftanordnung vorgesehen ist, dass die Sperrluftanordnungen jeweils mindestens ein Gebläse umfassen, und dass die Gebläse unabhängig voneinander steuerbar, regelbar, gesteuert oder geregelt sind und insbesondere, dass das oder ein Gebläse der einen Sperrluftanordnung unabhängig von einem oder dem Gebläse der anderen Sperrluftanordnung steuerbar, regelbar, gesteuert oder geregelt ist. Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die innere Messstrahlöffnung in einer die Messkammer begrenzenden Messkammerwand vorgesehen ist, wobei die Messkammerwand an ihrer dem ersten Sperrluftkanal zugewandten Seite im Wesentlichen dem Verlauf des ersten Sperrluftkanals folgend ausgebildet ist und insbesondere quer oder normal zur Messachse verläuft.

**[0029]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die innere Messstrahlöffnung in einer die Messkammer begrenzenden Messkammerwand vorgesehen ist, wobei die Messkammerwand gemeinsam mit der Messstrahlöffnung eine Abrisskante bildet, sodass eine konstante Messlänge gegeben ist, die sich von der Abrisskante der einen Seite der Messkammer bis zur Abrisskante der anderen Seite der Messkammer erstreckt, wobei gegebenenfalls aus der Messstrahlöffnung austretendes Abgas durch die Sperrluft oder die Sperrluftströmung an der Abrisskante abgeschert und abtransportiert wird oder ist.

**[0030]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Sperrluftanordnung mindestens einen quer zur Messachse verlaufenden und von Sperrluft durchströmten Sperrluftkanal umfasst, und dass beabstandet von der Messachse ein Driftdetektor vorgesehen ist. Der Driftdetektor ist gegebenenfalls in allen Ausführungsformen als Kalibrierstrahlungsdetektor ausgebildet.

**[0031]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Driftdetektor und der Strahlungsdetektor im Wesentlichen baugleiche Strahlungsdetektoren, insbesondere baugleiche Photodetektoren oder Photodioden, sind.

**[0032]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Driftdetektor und der Strahlungsdetektor auf

einer Seite der Messkammer nebeneinander angeordnet sind, und mit Ausnahme des durch die direkte Bestrahlung durch die Messstrahlung hervorgerufenen Energieeintrags im Wesentlichen den gleichen Umgebungsbedingungen und insbesondere der gleichen Umgebungstemperatur ausgesetzt sind.

**[0033]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Strahlungsdetektor und der Driftdetektor neben oder unmittelbar neben der Strahlungsquelle angeordnet sind, oder dass die Strahlungsquelle in einer zur Messachse im Wesentlichen normalen Ebene zwischen dem Strahlungsdetektor und dem Driftdetektor angeordnet ist.

**[0034]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Strahlungsquelle, der Strahlungsdetektor und der Driftdetektor auf einer Seite der Messkammer angeordnet sind, und dass auf der gegenüberliegenden Seite, außerhalb der Messkammer, ein die Strahlung der Strahlungsquelle reflektierender Spiegel vorgesehen ist, durch den die von der Strahlungsquelle kommende, die Messkammer entlang der Messachse durchsetzende Strahlung reflektiert und zurück durch die Messkammer auf den Strahlungsdetektor gelenkt ist.

**[0035]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Spiegel ein ebener Spiegel ist oder dass der Spiegel eine gekrümmter Spiegel ist, durch den die Strahlung der Strahlungsquelle auf den Strahlungsdetektor gebündelt oder fokussiert ist.

**[0036]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine Sperrluftanordnung vorgesehen ist, die sich zwischen Spiegel und Messkammer erstreckt, und die quer zur Messachse von Sperrluft durchströmt oder durchströmbar ist.

**[0037]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine Reflektionsfläche vorgesehen ist, durch die von der Strahlungsquelle ausgehende Strahlung zum Driftdetektor reflektiert ist, sodass durch den Driftdetektor die durch die Sperrluft hervorgerufene Abschwächung der von der Strahlungsquelle ausgehenden Strahlung detektierbar ist.

**[0038]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Reflektionsfläche im Bereich der Strahlungsquelle und dem Driftdetektor nächstgelegenen Sperrluftanordnung oder in deren Sperrluftkanal angeordnet ist.

**[0039]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Reflektionsfläche eine Wand eines Sperrluftkanals oder eine an einem Sperrluftkanal vorgesehene Fläche ist oder umfasst.

**[0040]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine Überwachungseinrichtung zur Bildung einer berechtigten Ausgangsmessgröße vorgesehen ist, wobei die berechtigte Ausgangsmessgröße eine Differenz der Messgröße des Strahlungsdetektors minus einer zur Messgröße des Driftdetektors proportionalen Messgröße ist. Die Überwachungseinrichtung ist gegebenenfalls in allen Ausführungsformen eine Kalibriereinrichtung.

**[0041]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass eine Überwachungseinrichtung zur kontinuierlichen oder intermittierenden Bildung einer berechtigten Ausgangsmessgröße während der Messung vorgesehen ist, wobei die berechtigte Ausgangsmessgröße eine kontinuierlich oder intermittierend gebildete Differenz der Messgröße des Strahlungsdetektors minus einer zur Messgröße des Driftdetektors proportionalen Messgröße ist.

**[0042]** Gegebenenfalls betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Trübungsmessung eines partikelbeladenen Abgasstroms, bei dem der Abgasstrom durch eine entlang einer Messachse verlaufende Messkammer gefördert wird, und bei dem Messstrahlung entlang der Messachse, ausgehend von einer Strahlungsquelle, eine Sperrluftströmung durchsetzt, durch eine Messstrahlöffnung in die Messkammer eintritt, die Messkammer und den darin strömenden Abgasstrom zumindest ein Mal durchsetzt und dabei abgeschwächt wird, durch eine Messstrahlöffnung aus der Messkammer austritt, eine Sperrluftströmung durchsetzt und auf einen Strahlungsdetektor trifft, der im Bereich eines beabstandet zur Messachse angeordneten Driftdetektors vorgesehen ist, umfassend folgende Schritte:

**[0043]** - kontinuierliches oder intermittierendes Erzeugen einer Messgröße durch den Strahlungsdetektor,

**[0044]** - kontinuierliches oder intermittierendes Erzeugen einer Messgröße durch den Driftdetektor,

**[0045]** - kontinuierliche oder intermittierende Bildung einer berichtigten Ausgangsmessgröße während der Messung, wobei die berichtigte Messgröße durch Subtrahieren einer zur Messgröße des Driftdetektors proportionalen Messgröße von der Messgröße des Strahlungsdetektors gebildet wird.

**[0046]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Strahlungsquelle und der Strahlungsdetektor auf einer Seite der Messkammer angeordnet sind und dass auf der gegenüberliegenden Seite, außerhalb der Messkammer, ein die Strahlung der Strahlungsquelle reflektierender Spiegel vorgesehen ist, durch den die von der Strahlungsquelle kommende, die Messkammer entlang der Messachse durchsetzende Strahlung reflektiert und zurück durch die Messkammer auf den Strahlungsdetektor gelenkt ist.

**[0047]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass der Strahlungsdetektor neben oder unmittelbar neben der Strahlungsquelle angeordnet ist.

**[0048]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass von einem weiter außen liegenden Sperrluftkanal ein Teilstrom abgezweigt wird, und durch die jeweilige Messstrahlöffnung in den benachbarten, weiter innen liegenden Sperrluftkanal geleitet wird. Dieser Teilstrom des Sperrluftstroms wirkt gegen gegebenenfalls aus der Messkammer austretende Partikel, wodurch die Sperrluftwirkung verbessert wird. Dies kann insbesondere durch die düsenförmige Ausgestaltung eines Sperrluftkanals bewirkt werden. Jedoch entspricht es auch dem Erfindungsgedanken, statt einer Herabsetzung des Drucks in einem Sperrluftkanal in dem anderen Sperrluftkanal den Druck zu steigern. Dies kann beispielsweise durch strömungstechnische Vorkehrungen, wie beispielsweise eine Drossel am Sperrluftkanalausgang bewirkt werden.

**[0049]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass in einer Sperrluftanordnung mehrere Gebläse vorgesehen sind, die jeweils in einen Sperrluftkanal einmünden. So können zwei Sperrluftkanäle vorgesehen sein, wobei jeder Sperrluftkanal mit einem eigenen Gebläse versehen ist. Gegebenenfalls sind die Gebläse einer Sperrluftanordnung getrennt voneinander steuerbar oder regelbar. Durch die Wahl oder Variation des Sperrluftdurchsatzes bzw. der Förderleistung der Gebläse können ebenfalls strömungstechnische Bedingungen geschaffen werden, die die Effizienz der Sperrluftanordnung verbessern.

**[0050]** Gegebenenfalls ist vorgesehen, dass die Sperrluftströmung im Wesentlichen parallel zur jener Richtung verläuft, entlang derer das Abgas in die Messkammer eintritt. Gegebenenfalls weicht die Sperrluftströmung jedoch von dieser Richtung ab. Gegebenenfalls ist die Sperrluftströmung der Richtung des eintretenden Abgases entgegengesetzt. Gegebenenfalls ist bei herkömmlicher Einbaulage das Gebläse oben oder unten angeordnet, sodass der Sperrluftstrom nach unten oder nach oben gerichtet ist.

**[0051]** Gegebenenfalls wirkt eine Messstrahlöffnung oder wirken mehrere Messstrahlöffnungen als Blende, wodurch die von der Strahlungsquelle ausgehende Strahlung auf einen im Wesentlichen der Messachse folgenden Messstrahl reduziert wird. Gegebenenfalls wirkt jene Messstrahlöffnung als Blende, die der Strahlungsquelle am nächsten liegt. Gegebenenfalls wirkt jene innere Messstrahlöffnung als Blende, die in der Messkammerwand vorgesehen ist, die der Strahlungsquelle am nächsten liegt. Der Messstrahl und die Blende haben gegebenenfalls einen runden, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt.

**[0052]** Gegebenenfalls umfasst die Vorrichtung eine Entnahmesonde zur Einführung in ein Auspuffrohr eines Kraftfahrzeugs und eine an die Entnahmesonde angeschlossene, beispielsweise als Schlauchleitung ausgebildete, Zuführleitung zur Zuführung der Abgasprobe oder des Abgasstroms in die Messkammer.

**[0053]** Die Vorrichtung kann für die Kalibrierung des optischen Messsystems mit einem Transmissionsfilter eingerichtet sein. Der für die Kalibrierung zu verwendende Transmissionsfilter kann einen definierten Trübungsgrad besitzen, der zwischen 40% und 60%, bezogen auf eine

Messkammerlänge von 430 mm, liegt. Gegebenenfalls liegt der Trübungsgrad bei oder zwischen 30%, 50% und 75% Filter bezogen auf eine Messlänge von 215mm. Die Vorrichtung kann zusätzlich für die kontinuierliche Messung der Trübung des Abgasstromes eingerichtet sein.

**[0054]** Die Entnahmesonde kann eine Einrichtung zur Befestigung am Auspuffendrohr besitzen, wobei ein Abstand der Sonde von der Rohrwand von mindestens 5 mm eingehalten wird. Das Entnahmesystem ist bevorzugt derart ausgelegt, dass keine Fremdluft das Messergebnis beeinflusst.

**[0055]** Die Messkammer ist bevorzugt derart aufgebaut, dass sie gleichmäßig vom Abgas durchströmt wird und das Messergebnis durch den Einfluss der Sperrluftanordnungen nicht verfälscht wird.

**[0056]** Bevorzugt ist eine Heizvorrichtung vorgesehen, sodass die Wandtemperatur der Messkammer bei der Messung an allen Stellen mehr als 70 °C, gegebenenfalls etwa 100°C beträgt.

**[0057]** Die effektive Messlänge beträgt bevorzugt etwa oder exakt 430mm. Bei Ausführungen mit einem Spiegel beträgt die Länge der Messkammer entlang der Messachse beispielsweise lediglich etwa 215mm, wobei die Messkammer jedoch zweimal durchsetzt wird, sodass sich eine Messlänge von etwa 430mm ergibt.

**[0058]** Als Strahlungsquelle kommt bevorzugt eine Glühlampe mit einer Farbtemperatur zwischen 2800 K und 3250 K oder eine grüne Leuchtdiode mit einer Wellenlänge zwischen 550 nm und 570 nm zum Einsatz. Bei Verwendung einer Glühlampe als Strahlungsquelle kann der Strahlungsdetektor so ausgelegt sein, dass er eine spektrale Empfindlichkeit gleich der Empfindlichkeitskurve des menschlichen Auges besitzt.

**[0059]** Als Gebläse kann exemplarisch ein Axiallüfter mit folgenden Daten verwendet werden:

**[0060]** Dimensionen: etwa 60x60x25mm

**[0061]** Förderleistung: 10-80m<sup>3</sup>/h, bevorzugt etwa 50-60 m<sup>3</sup>/h

**[0062]** Leitungsaufnahme etwa 2-5W

**[0063]** Drehzahl des Rotors etwa 1000-10000 min<sup>-1</sup>, beispielsweise 8200min<sup>-1</sup>

**[0064]** Als Strahlungsdetektor und/oder Driftdetektor kann exemplarisch eine Photodiode mit folgenden Parametern verwendet werden:

**[0065]** Detektorfläche: beispielsweise etwa 7,5mm<sup>2</sup>

**[0066]** Sperrspannung: z.B. etwa 60 V

**[0067]** Maximaler Dunkelstrom: z.B. etwa 30 nA

**[0068]** Maximale-Wellenlänge: z.B. etwa 900 nm

**[0069]** Winkelgrade bei halber Intensität: z.B. etwa 65°

**[0070]** Dunkelstrom: z.B. etwa 2 nA

**[0071]** Fotostrom: z.B. etwa 55 uA

**[0072]** Verlustleistung: z.B. etwa 215 mW

**[0073]** Die Bezeichnung Sperrluft kann in allen Ausführungsformen auch als Spülluft bezeichnet werden.

**[0074]** In weiterer Folge wird die Erfindung anhand exemplarischer Ausführungsbeispiele und anhand der Figuren weiter beschrieben, wobei in Fig. 1 eine schematische Schnittansicht von Komponenten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, in Fig. 2 eine schematische Schnittansicht von Details einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, in Fig. 3 eine Detailansicht eines Schnitts einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und in Fig. 4 ein Detail einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung

gezeigt sind.

**[0075]** Wenn nicht anders angegeben, so entsprechen die angeführten Bezugszeichen folgenden Komponenten:

**[0076]** Abgasstrom 1, Messachse 2, Messkammer 3, Strahlungsdetektor 4, Strahlungsquelle 5, Sperrluftströmung 6, Messstrahlöffnung 7, Sperrluftanordnung 8, Sperrluft 9, erster Sperrluftkanal 10, zweiter Sperrluftkanal 11, dritter Sperrluftkanal 12, kleiner Querschnitt 13 (des Sperrluftkanals), Einmündung 14 (des Sperrluftkanals), Spiegel 15, Gebläse 16, Gebläseausgang 17, Drehachse 18 (des Axiallüfters), Ende 19 (der Messkammer), Messkammerwand 20, Abrisskante 21, Messlänge 22, Kalibrierstrahlungsdetektor 23, Reflektionsfläche 24, Überwachungseinrichtung 25, Zuführleitung 26, Austrittsöffnung 27, Gehäuse 28.

**[0077]** Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung von Komponenten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Ein Abgasstrom 1 wird über eine Zuführleitung 26 in eine Messkammer 3 geleitet. Die Messkammer 3 folgt bevorzugt im Wesentlichen rohrförmig der Messachse 2. Ferner umfasst die Messkammer 3 zumindest eine, bevorzugt mehrere Austrittsöffnungen 27 zum Austritt des Abgasstroms 1.

**[0078]** In allen Ausführungsformen können an den seitlichen Enden 19 der Messkammer 3 oder an einem seitlichen Ende 19 der Messkammer 3 jeweils eine Messkammerwand 20 und/oder ein becher- oder pfannenförmiges Umlenkelement vorgesehen sein. In allen Ausführungsformen kann die Zuführleitung 26 in etwa mittig, quer zur Messachse in die Messkammer 3 einmünden. Durch diese Anordnung kann eine gleichmäßige Verteilung des Abgases in der Messkammer 3 bewirkt sein. Ferner können in allen Ausführungsformen im Bereich der seitlichen Enden jeweils zumindest eine Austrittsöffnung 27 vorgesehen sein, sodass der Abgasstrom im Bereich der Zuführungsleitung 26 in der Messkammer 3 eintritt, dort aufgeteilt wird und an den seitlichen Austrittsöffnungen 27 aus der Messkammer 3 austritt. In allen Ausführungsformen kann die Messkammer 3 eine glatte Innenwand aufweisen, sodass das Ansprechverhalten bei der Messung verbessert ist.

**[0079]** Zur Partikelmessung sind gemäß Fig. 1 ein Strahlungsdetektor 4 und eine Strahlungsquelle 5 vorgesehen. Die Strahlungsquelle 4 kann in allen Ausführungsformen als Lichtquelle, beispielsweise als LED, insbesondere als LED mit einer Wellenlänge, die im Wesentlichen einem grünen Farbspektrum entspricht, ausgebildet sein. Der Strahlungsdetektor 4 kann in allen Ausführungsformen beispielsweise als Lichtdetektor, Photodetektor oder Photodiode ausgebildet sein.

**[0080]** Die von der Strahlungsquelle 5 ausgehende Strahlung tritt durch eine innere Messstrahlöffnung 7 in die Messkammer 3 ein, wo sie das in der Messkammer 3 vorgesehene Abgas durchsetzt, um aus einer weiteren oder derselben inneren Messstrahlöffnung 7 wieder aus der Messkammer 3 auszutreten. Gemäß Fig. 1 sind der Strahlungsdetektor 4 und die Strahlungsquelle 5 auf einer Seite der Messkammer angeordnet. Auf der anderen Seite der Messkammer 3 ist ein Spiegel 15 vorgesehen. Dieser Spiegel 15 ist derart angeordnet und ausgebildet, dass die von der Strahlungsquelle 5 ausgehende und die Messkammer 3 durchsetzende Messstrahlung am Spiegel 15 reflektiert und zurück durch die Messkammer 3 auf den Strahlungsdetektor 4 gerichtet und insbesondere fokussiert bzw. gebündelt ist. Die von der Strahlungsquelle 5 auf den Strahlungsdetektor 4 treffende Strahlung folgt im Wesentlichen der Messachse 2. In der vorliegenden Ausführungsform besteht die Messachse 2 im Wesentlichen aus zwei Geraden, die durch den Spiegel 15 zur Lenkung auf den neben der Strahlungsquelle 5 angeordneten Strahlungsdetektor 4 spitzwinklig zueinander stehen.

**[0081]** Um eine Verschmutzung der optischen Komponenten, insbesondere des Strahlungsdetektors 4, der Strahlungsquelle 5 und/oder des Spiegels 15 zu verhindern, sind diese Komponenten außerhalb der Messkammer und insbesondere entfernt vom Abgasstrom 1 angeordnet. Um die optischen Komponenten Strahlungsdetektor 4, Strahlungsquelle 5 und Spiegel 15 zu schützen, können zumindest eine, bevorzugt mehrere Sperrluftanordnungen 8 vorgesehen sein. In der vorliegenden Ausführungsform ist beidseitig der Messkammer 3 jeweils eine Sperrluftan-

ordnung 8 vorgesehen. Die Sperrluftanordnungen 8 umfassen jeweils zumindest einen Sperrluftkanal, der quer zur Messachse 2 von Sperrluft 9 durchströmt oder durchströmbar ist. Die Sperrluftströmung 6 folgt dabei im Wesentlichen dem Verlauf der Sperrluftkanäle. In der vorliegenden Ausführungsform der Fig. 1 sind pro Sperrluftanordnung 8 zwei Sperrluftkanäle vorgesehen - insbesondere ein erster Sperrluftkanal 10 und ein zweiter Sperrluftkanal 11. Der erste Sperrluftkanal 10 ist zwischen dem zweiten Sperrluftkanal 12 und der Messkammer 3 angeordnet. Am Ende 19 der Messkammer 3 ist eine Messkammerwand 20 angeordnet, in der die innere Messstrahlöffnung 7 zum Eintritt der Messstrahlung vorgesehen ist. Die Sperrluftströmung 6 des ersten Sperrluftkanals 10, jedoch auch der Sperrluftkanal 10 selbst, folgen im Wesentlichen dem Verlauf der Messkammerwand 20, sodass die Sperrluftströmung parallel zur Flächenerstreckung der inneren Messstrahlöffnung 7 an selbiger vorbeistreicht. Der zweite Sperrluftkanal 11 verläuft im Wesentlichen parallel zum ersten Sperrluftkanal 10. Alle Sperrluftkanäle sind bevorzugt entlang der Messachse 2 mit Messstrahlöffnungen 7 versehen, sodass die Messstrahlung, kommend von der Strahlungsquelle 5, entlang der Messachse 2 zum Strahlungsdetektor 4 geleitet werden kann. Dabei durchtritt die Messstrahlung auch die Sperrluft 9.

**[0082]** Gegebenenfalls umfasst die Ausführungsform der Fig. 1 einen nicht dargestellten dritten Sperrluftkanal 12, der außerhalb des zweiten Sperrluftkanals 11 vorgesehen sein kann, wie insbesondere in Fig. 2 dargestellt ist.

**[0083]** Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform in einer schematischen Schnittansicht, deren Merkmale im Wesentlichen den Merkmalen der Fig. 1 entsprechen. In der Ausführungsform der Fig. 2 sind der Strahlungsdetektor 4 und die Strahlungsquelle 5 an gegenüberliegenden Seiten der Messkammer 3 angeordnet. In dieser Ausführungsform kann der Spiegel aus Fig. 1 entfallen. Dadurch ist die Messachse 2 als kürzeste Verbindung zwischen der Strahlungsquelle 5 und dem Strahlungsdetektor 4 definiert.

**[0084]** Die Messstrahlung, die von der Strahlungsquelle 5 durch die Messkammer auf den Strahlungsdetektor 4 trifft, folgt im Wesentlichen der Messachse 2. Ferner ist in der Ausführungsform der Fig. 2 ein dritter Sperrluftkanal 12 vorgesehen. Beide Sperrluftanordnungen 8 der vorliegenden Ausführungsform umfassen somit drei Sperrluftkanäle 10, 11, 12.

**[0085]** Es entspricht jedoch auch dem Erfindungsgedanken, dass in jeder beliebigen Ausführungsform lediglich zwei Sperrluftkanäle vorgesehen sind, dass auf einer Seite zwei und auf der anderen Seite drei Sperrluftkanäle oder gegebenenfalls, dass auf einer oder beiden Seiten lediglich ein Sperrluftkanal vorgesehen ist.

**[0086]** Die Sperrluftanordnung 8 umfasst zumindest ein Gebläse 16. Das Gebläse 16 ist in der vorliegenden Ausführungsform als Axiallüfter ausgebildet. Die Drehachse 18 des Axiallüfters verläuft in bevorzugter Weise parallel zum Verlauf oder entlang des Verlaufs eines oder mehrerer Sperrluftkanäle und insbesondere parallel zur Haupterstreckungsrichtung der Sperrluftströmung 6. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Gebläseausgang 17 des Gebläses 16 direkt an die Einmündung 14 des oder der Sperrluftkanäle 10, 11, 12 aufgesetzt.

**[0087]** Fig. 3 zeigt eine schematische Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Ein gegebenenfalls dichtend ausgebildetes Gehäuse 28 ist von der Zuführleitung 26 zur Zuführung des Abgasstroms 1 durchsetzt. Der Abgasstrom 1 ist in die Messkammer 3 geleitet. Die Messkammer 3 umfasst an ihrem seitlichen Ende 19 bzw. an ihren seitlichen Enden 19 je eine Messkammerwand 20, die sich gegebenenfalls becher- oder pfannenförmig nach innen erstreckt, sodass der Abgasstrom 1 in diesem Bereich umgelenkt und insbesondere nach innen umgelenkt ist oder wird. Im Bereich der Messkammerwand 20 bzw. innerhalb der Messkammerwände 20 sind Austrittsöffnungen 27 zum Austritt des Abgasstroms 1 vorgesehen, wobei der Abgasstrom in weiterer Folge bevorzugt im Inneren des Gehäuses gesammelt und durch eine Austrittsöffnung (nicht dargestellt) die Vorrichtung bzw. das Gehäuse verlässt. Eine Strahlungsquelle 5 sendet Strahlung aus, die durch Messstrahlöffnungen 7 durch die Sperrluft und in bzw. durch die Messkammer 3 geleitet ist. Die Sperrluftanordnung 8 umfasst ein Gebläse 16, durch das Sperrluft 9 durch die Sperrluftkanäle 10, 11, 12 geleitet wird. In der vorliegenden Ausführungsform weist der erste Sperrluftkanal 10 eine Querschnittsverjüngung auf. Dies be-

deutet insbesondere, dass der Sperrluftkanal 10 im Bereich der Einmündung 14 eine größere Querschnittsfläche aufweist als im Bereich der Messachse 2, wo der Sperrluftkanal 10 eine kleinere Querschnittsfläche 13 aufweist. Durch diese Anordnung ist eine düsenähnliche Form gebildet. Durch diese düsenähnliche Form weist die Sperrluft 9 im Bereich der Einmündung 14 eine geringere Geschwindigkeit auf als im Bereich der Messachse 2 bzw. als im Bereich des kleineren Querschnitts 13. Daraus folgend weist die Sperrluft 9 im Bereich der Einmündung 14 einen höheren Druck auf als im Bereich der Messachse 2 bzw. als im Bereich der kleineren Querschnittsfläche 13. Für diese strömungstechnischen Annahmen wird in allen Ausführungsformen vorausgesetzt, dass der Sperrluftkanal durchströmt ist.

**[0088]** Der zweite Sperrluftkanal 11 weist in der vorliegenden Ausführungsform einen im Wesentlichen konstanten Querschnitt auf. Gegebenenfalls weist in allen Ausführungsformen der zweite Sperrluftkanal 11 eine Aufweitung oder eine Verjüngung auf, wobei bevorzugt die Verjüngung des zweiten Sperrluftkanals 11 geringer ausgebildet ist als die Verjüngung des ersten Sperrluftkanals 10. Dies bedeutet insbesondere, dass das Verhältnis von Eintrittsquerschnitt durch den kleineren Querschnitt des ersten Sperrluftkanals 10 größer ist, als das Querschnittsverhältnis des Einmündungsquerschnitts durch den kleineren Querschnitt des zweiten Sperrluftkanals 11.

**[0089]** Durch eine der obengenannten Konfigurationen kann der strömungstechnische Effekt erzielt werden, dass im Bereich der Messachse 2, im zweiten Sperrluftkanal 12 ein geringfügig höherer Druck  $p_2$  vorliegt, als im angrenzenden Bereich des ersten Sperrluftkanals 10. Dadurch wird ein Teilstrom des Sperrluftstroms 6 des zweiten Sperrluftkanals 11 durch eine den ersten Sperrluftkanal 10 mit dem zweiten Sperrluftkanal 11 verbindende Messstrahlöffnung 7 vom zweiten Sperrluftkanal 11 in den ersten Sperrluftkanal 10 geleitet. Der Effekt ist insbesondere als Venturi-Effekt bekannt. In vorteilhafter Weise geschieht diese Strömung vom zweiten Sperrluftkanal 11 durch die Messstrahlöffnung 7 in den ersten Sperrluftkanal 10 entgegen der zu verhindernden Strömung des Abgases 1 Richtung Strahlungsquelle 5 bzw. Richtung jenem optischen Element, das durch die Sperrluftanordnung 8 geschützt werden soll.

**[0090]** Gegebenenfalls ist ein dritter Sperrluftkanal 12 vorgesehen. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist der dritte Sperrluftkanal 12 gleich ausgebildet wie der zweite Sperrluftkanal 11. Gegebenenfalls mehr als drei, beispielsweise 4, 5, 6 oder mehr Sperrluftkanäle 12 vorgesehen.

**[0091]** In bevorzugter Weise ist die Messkammer 3 im Bereich des ersten Sperrluftkanals 10 durch eine Messkammerwand 20 begrenzt. Diese Messkammerwand 20 ist durch die innere Messstrahlöffnung 7 durchsetzt. Der Druck des Abgasstroms 1 im Bereich der inneren Messstrahlöffnung 7 der Messkammerwand 20 und insbesondere im Bereich der Messachse 2 im Bereich der Messkammerwand 20 ist gegebenenfalls geringfügig größer oder gleich dem Druck der Sperrluft 9 im ersten Sperrluftkanal 10 im Bereich der selben Messstrahlöffnung 7. Durch diese Druckverhältnisse wird verhindert, dass Sperrluft 9 in die Messkammer 3 eintritt und dadurch die Messergebnisse verfälscht. Vielmehr tritt in bevorzugter Weise ein geringer oder unwesentlicher Teil des Abgasstroms 1 durch die Messstrahlöffnung 7 der Messkammerwand 20 aus. Durch diese Konfiguration und insbesondere durch die düsenartige Ausgestaltung des ersten Sperrluftkanals 10 wird in den Sperrluftkanal 10 eintretendes Abgas rasch und konstant quer zur Messachse 2 abgeführt. Insbesondere ist durch die Messkammerwand 20 und die Messstrahlöffnung 7 eine Abrisskante 21 gebildet. Durch diese Abrisskante 21, durch die Ausgestaltung der Sperrluftanordnung 8 und/oder durch die Ausgestaltung der Messkammerwand 20 ist die Messlänge 22 in vorteilhafter Weise konstant gehalten.

**[0092]** Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Schnittdarstellung. Die Komponenten entsprechen im Wesentlichen den Komponenten der Fig. 3. In der vorliegenden Ausführungsform sind die Strahlungsquelle 5 und der Strahlungsdetektor 4 auf einer Seite der Messkammer 3 angeordnet. Auf der anderen Seite der Messkammer ist bevorzugt ein Spiegel 15 vorgesehen, über den die von der Strahlungsquelle 5 abgegebene und durch die Messkammer 3 geleitete Strahlung wieder zurück auf den Strah-

lungsdetektor 4 reflektiert und insbesondere gebündelt wird.

**[0093]** Zusätzlich zum Strahlungsdetektor 4 ist ein Driftdetektor 23 vorgesehen. Dieser Driftdetektor 23 ist außerhalb der Messachse 2 oder beabstandet von der Messachse 2 angeordnet. Dies bedeutet, dass der Messstrahl, der durch die Messkammer 3 geleitet wird, entfernt von dem Driftdetektor 23 auf den Strahlungsdetektor 4 fällt.

**[0094]** Der Driftdetektor 23 ist insbesondere dazu eingerichtet, Störgrößen bzw. Störeinflüsse zu Detektieren, um eine Kalibrierung oder eine Berichtigung der Messung zu ermöglichen.

**[0095]** Bevorzugt ist der Driftdetektor 23 auf derselben Seite angeordnet wie der Strahlungsdetektor 4. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist auch die Strahlungsquelle 5 auf derselben Seite der Messkammer 3 angeordnet. Insbesondere sind der Strahlungsdetektor 4, die Strahlungsquelle 5 und der Driftdetektor 23 in unmittelbarer Nähe zueinander angeordnet, sodass diese mit Ausnahme der vom Strahlungsdetektor zu detektierenden Strahlung grundsätzlich den gleichen Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind. Insbesondere sind die allgemein in diesem Bereich vorliegende Temperatur, der herrschende Druck und gegebenenfalls auch Erschütterungen bei beiden Strahlungsdetektoren 4,23 nahezu gleich. Insbesondere ist es von Vorteil, wenn der Strahlungsdetektor 4 und der Driftdetektor 23 als baugleiche Strahlungsdetektoren, insbesondere als baugleiche Photodioden ausgebildet sind. Da der Driftdetektor 23 entfernt von der Messachse angeordnet ist und dadurch lediglich Störgrößen misst, kann die Messgröße des Driftdetektors 23, oder ein zu dieser Messgröße proportionaler Wert, zur Kalibrierung oder zur Berichtigung der Ausgangsmesswerte von dem Messwert des Strahlungsdetektors 4 abgezogen werden.

**[0096]** Gegebenenfalls ist eine Reflektionsfläche 24 vorgesehen. Auch diese Reflektionsfläche 24 kann außerhalb der Messachse 2 oder entfernt von der Messachse 2 angeordnet sein. Von der Reflektionsfläche 24 wird Strahlung, insbesondere Streulicht, von der Strahlungsquelle 5 zum Driftdetektor 23 reflektiert. Die Reflektionsfläche 24 ist in bevorzugter Weise im Bereich eines Sperrluftkanals angeordnet und bevorzugt in einem Sperrluftkanal jener Sperrluftanordnung 8 angeordnet, die näher am Driftdetektor 23 liegt. Dadurch befindet sich zwischen dem Driftdetektor 23 und der Reflektionsfläche 24 kein Abgas, sondern nahezu ausschließlich Sperrluft 9. Die von dem Driftdetektor 23 erzeugte Messgröße ist gemäß dieser Ausführungsform somit auch ein Maß für die Abschwächung der Messstrahlung durch die Sperrluft.

**[0097]** Zur Bildung eines berichtigten Messwertes oder zur Bildung berichtigter Messwerte kann eine Überwachungseinrichtung 25 vorgesehen sein. In dieser Überwachungseinrichtung 25 kann die Messgröße des Strahlungsdetektors 4 durch geeignete Kombination mit der Messgröße des Driftdetektors 23 berichtigt werden. Insbesondere wird die Messgröße des Driftdetektor 23 oder eine zu dieser Messgröße proportionale Messgröße von der Messgröße des Strahlungsdetektors abgezogen. Diese Kalibrierung bzw. diese Berichtigung kann durch die vorliegende Konfiguration kontinuierlich oder intermittierend, insbesondere während der Messung erfolgen.

**[0098]** Allgemein wird angemerkt, dass die Erfindung insbesondere durch die Merkmale der Patentansprüche bestimmt und keinesfalls auf die angeführten Ausführungsbeispiele eingeschränkt ist. So kann die Konfiguration der Sperrluftkanäle gemäß Figuren 1 oder 2 mit einem Driftdetektor gemäß Fig. 4 kombiniert werden. Auch nicht dargestellte Ausführungsformen, bei denen lediglich ein Sperrluftkanal pro Seite vorgesehen ist, können mit einem Driftdetektor versehen sein, um die Messgröße des Strahlungsdetektors zu berichtigen. In allen Ausführungsformen kann die Zuführleitung zur Zuführung des Abgases in die Messkammer an einer Seite der Messkammer angeordnet sein, und die Abführöffnung zur Abführung des Abgases aus der Messkammer auf der anderen Seite, wodurch die Messkammer vom Abgasstrom in eine Richtung durchströmt ist.

## Patentansprüche

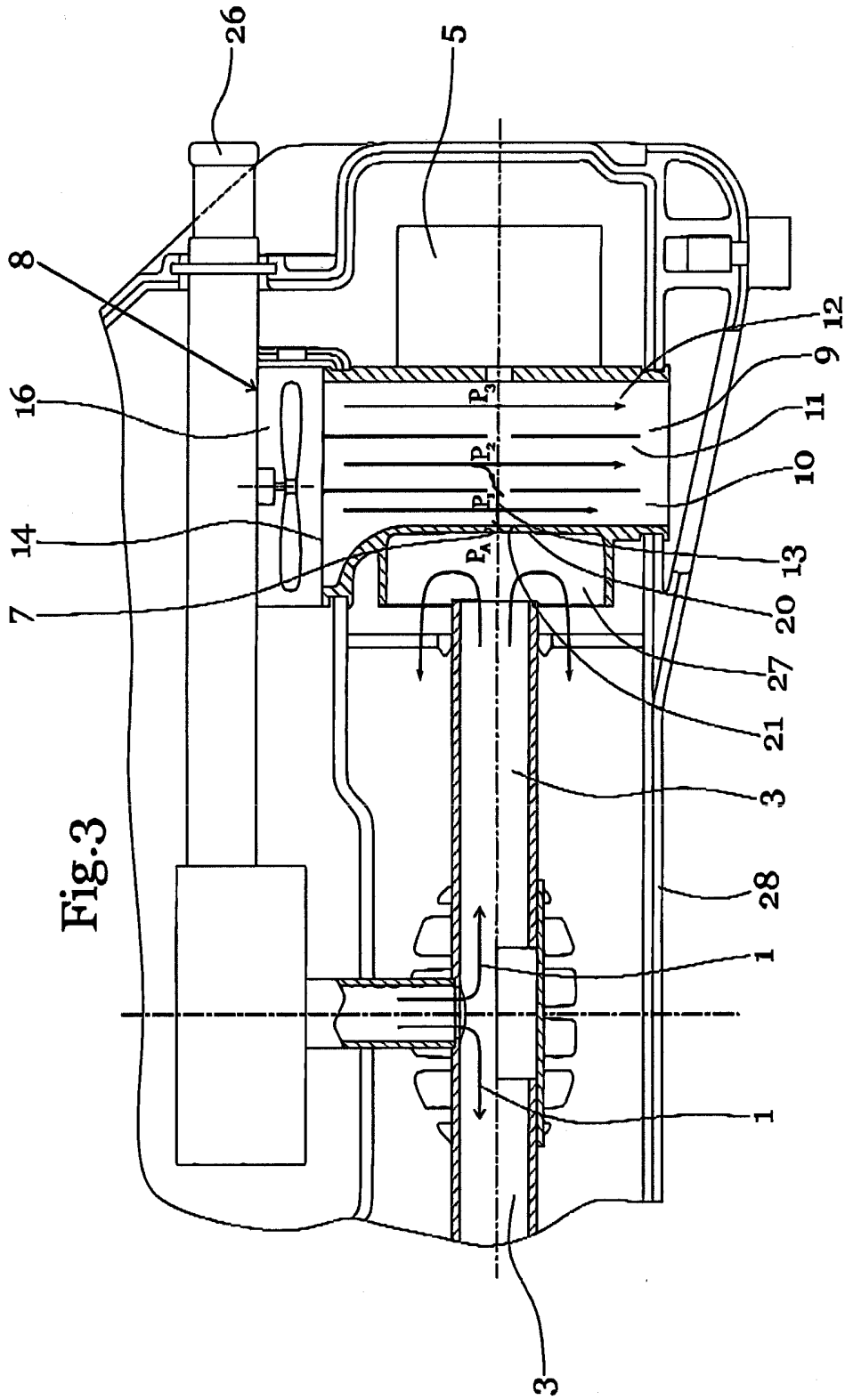
1. Vorrichtung zur Trübungsmessung eines partikelbeladenen Abgasstroms (1), insbesondere Opazimeter, umfassend:
  - eine sich entlang einer Messachse (2) erstreckende Messkammer (3), die zur Trübungsmessung von dem Abgasstrom (1) gefüllt und durchströmt ist,
  - einen außerhalb der Messkammer (3) angeordneten Strahlungsdetektor (4),
  - eine außerhalb der Messkammer (3) angeordnete Strahlungsquelle (5), deren Messstrahlung entlang der Messachse (2) durch eine innere Messstrahlöffnung (7) in die Messkammer (3) eintritt, den Abgasstrom (1) in der Messkammer (3) mindestens einmal durchsetzt, durch eine innere Messstrahlöffnung (7) wieder aus der Messkammer (3) austritt und durch den partikelbeladenen Abgasstrom (1) abgeschwächt auf den Strahlungsdetektor (4) trifft,
  - und mindestens eine Sperrluftanordnung (8), die sich zwischen die Strahlungsquelle (5) und die Messkammer (3) und/oder zwischen den Strahlungsdetektor (4) und die Messkammer (3) und/oder zwischen einen gegebenenfalls vorgesehenen Spiegel (15) und die Messkammer (3) erstreckt, wobei die Sperrluftanordnung (8) mindestens einen quer zur Messachse (2) verlaufenden und von Sperrluft (9) durchströmten Sperrluftkanal (10, 11, 12) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass beabstandet von der Messachse (2) ein Driftdetektor (23) vorgesehen ist, der insbesondere als Kalibrierstrahlungsdetektor ausgebildet ist, und der Strahlungsdetektor (4) und der Driftdetektor (23) neben oder unmittelbar neben der Strahlungsquelle (5) angeordnet sind, oder dass die Strahlungsquelle (5) in einer zur Messachse (2) im Wesentlichen normalen Ebene zwischen dem Strahlungsdetektor (4) und dem Driftdetektor (23) angeordnet ist, wobei der Strahlungsdetektor (4), der Driftdetektor (23) und die Strahlungsquelle (5) auf derselben Seite der Messkammer (3) angeordnet sind [Seite 17, letzter Absatz der ursprünglich eingereichten Unterlagen].
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Driftdetektor (23) und der Strahlungsdetektor (4) im Wesentlichen baugleiche Strahlungsdetektoren, insbesondere baugleiche Photodektoren oder Photodioden sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Driftdetektor (23) und der Strahlungsdetektor (4) auf einer Seite der Messkammer (3) nebeneinander angeordnet sind, und mit Ausnahme des durch die direkte Bestrahlung durch die Messstrahlung hervorgerufenen Energieeintrags, im Wesentlichen den gleichen Umgebungsbedingungen und insbesondere der gleichen Umgebungstemperatur ausgesetzt sind.
4. Vorrichtung nach einem Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strahlungsquelle (5), der Strahlungsdetektor (4) und der Driftdetektor (23) auf einer Seite der Messkammer (3) angeordnet sind, und dass auf der gegenüberliegenden Seite, außerhalb der Messkammer (3), ein die Strahlung der Strahlungsquelle (5) reflektierender Spiegel (15) vorgesehen ist, durch den die von der Strahlungsquelle (5) kommende, die Messkammer (3) entlang der Messachse (2) durchsetzende Strahlung reflektiert und zurück durch die Messkammer (3) auf den Strahlungsdetektor (4) gelenkt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spiegel (15) ein gekrümmter Spiegel ist, durch den die Strahlung der Strahlungsquelle auf den Strahlungsdetektor (4) gebündelt oder fokussiert ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Sperrluftanordnung (8) vorgesehen ist, die sich zwischen Spiegel (15) und Messkammer (3) erstreckt, und die quer zur Messachse (2) von Sperrluft (9) durchströmt oder durchströmbar ist.

7. Vorrichtung nach einem Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Reflektionsfläche (24) vorgesehen ist, durch die von der Strahlungsquelle (5) ausgehende Strahlung zum Driftdetektor (23) reflektiert ist, sodass durch den Driftdetektor (23) die durch die Sperrluft (9) hervorgerufene Abschwächung der von der Strahlungsquelle (5) ausgehenden Strahlung detektierbar ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflektionsfläche (24) im Bereich der der Strahlungsquelle (5) und dem Driftdetektor (23) nächstgelegenen Sperrluftanordnung (8) oder in deren Sperrluftkanal (10, 11, 12) angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflektionsfläche (24) eine Wand eines Sperrluftkanals (10, 11, 12) oder eine an einem Sperrluftkanal (10, 11, 12) vorgesehene Fläche ist oder umfasst.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Überwachungseinrichtung (25) zur Bildung einer berichtigten Ausgangsmessgröße vorgesehen ist, wobei die berichtigte Ausgangsmessgröße eine Differenz der Messgröße des Strahlungsdetektors (4) minus einer zur Messgröße des Driftdetektors (23) proportionalen Messgröße ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Überwachungseinrichtung (25) zur kontinuierlichen oder intermittierenden Bildung einer berichtigten Ausgangsmessgröße während der Messung vorgesehen ist, wobei die berichtigte Ausgangsmessgröße eine kontinuierlich oder intermittierend gebildete Differenz der Messgröße des Strahlungsdetektors (4) minus einer zur Messgröße des Driftdetektors (23) proportionalen Messgröße ist.
12. Verfahren zur Trübungsmessung eines partikelbeladenen Abgasstroms, bei dem der Abgasstrom durch eine entlang einer Messachse verlaufende Messkammer gefördert wird, und bei dem Messstrahlung entlang der Messachse, ausgehend von einer Strahlungsquelle, eine Sperrluftströmung durchsetzt, durch eine Messstrahlöffnung in die Messkammer eintritt, die Messkammer und den darin strömenden Abgasstrom zumindest ein Mal durchsetzt und dabei abgeschwächt wird, durch eine Messstrahlöffnung aus der Messkammer austritt, eine Sperrluftströmung durchsetzt und auf einen Strahlungsdetektor trifft, der im Bereich eines beabstandet zur Messachse angeordneten Driftdetektors vorgesehen ist, umfassend folgende Schritte:
  - Aussenden von Strahlung durch eine [Seite 15, Zeilen 12-13 von Absatz 2 der ursprünglich eingereichten Unterlagen] Strahlungsquelle, die in unmittelbarer Nähe auf derselben Seite der Messkammer angeordnet ist wie der Strahlungsdetektor und der Driftdetektor [Seite 17, letzter Absatz bis Seite 18, Zeile 4 der ursprünglich eingereichten Unterlagen],
  - kontinuierliches oder intermittierendes Erzeugen einer Messgröße durch den Strahlungsdetektor,
  - kontinuierliches oder intermittierendes Erzeugen einer Messgröße durch den Driftdetektor,
  - kontinuierliche oder intermittierende Bildung einer berichtigten Ausgangsmessgröße während der Messung, wobei die berichtigte Messgröße durch Subtrahieren einer zur Messgröße des Driftdetektors proportionalen Messgröße von der Messgröße des Strahlungsdetektors gebildet wird.

**Hierzu 3 Blatt Zeichnungen**



2/3



3/3

