



(10) **DE 10 2017 123 379 B3** 2018.10.18

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 123 379.2**
(22) Anmeldetag: **09.10.2017**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **18.10.2018**

(51) Int Cl.: **B01F 3/04 (2006.01)**
B01F 3/06 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie,
dieses vertreten durch den Präsidenten der
Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, 38116
Braunschweig, DE**

(72) Erfinder:
**Rosahl, Johannes, 38114 Braunschweig, DE;
Lindner, Gert, 15366 Hoppegarten, DE**

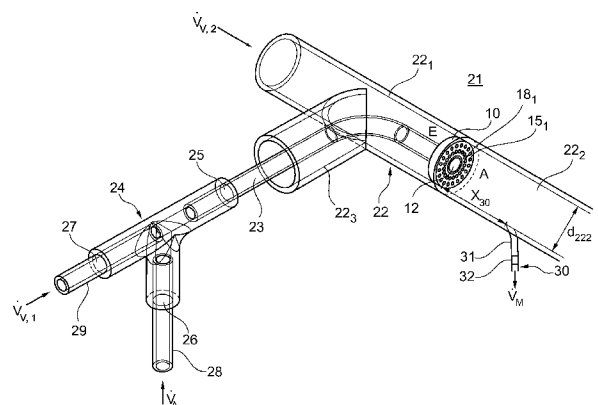
(74) Vertreter:
**Gramm, Lins & Partner Patent- und
Rechtsanwälte PartGmbB, 38122 Braunschweig,
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	196 17 160	C1
DE	10 2007 061 070	A1
US	4 574 078	A

(54) Bezeichnung: **Aerosol-Mischvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Aerosol-Mischvorrichtung (10) zum Vermischen eines Aerosols mit einem Verdünnungsfluid mit einem Zentralkanal (12) für das Aerosol mit einer Zentral-Eintrittsöffnung (13) und einer Zentral-Austrittsöffnung (14), zumindest zwei Zuführkanälen (15, 18) für das Verdünnungsfluid mit zumindest einer Zuführ-Eintrittsöffnung (16, 19) und je einer Zuführ-Austrittsöffnung (17, 20), die sich dadurch auszeichnet, dass zumindest ein Zuführkanal als ein Außen-Zuführkanal (15) ausgebildet ist, dessen austrittsseitiger Abschnitt von dem Zentralkanal (12) weg orientiert ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Aerosol-Mischvorrichtung zum Vermischen eines Aerosols mit einem Verdünnungsfluid mit (a) einem Zentralkanal für das Aerosol mit einer Zentral-Eintrittsöffnung und einer Zentral-Austrittsöffnung und (b) zumindest zwei Zuführkanälen für das Verdünnungsfluid mit zumindest einer Zuführ-Eintrittsöffnung und je einer Zuführ-Austrittsöffnung. Die Erfindung betrifft außerdem eine Mischanordnung zum Vermischen eines Aerosols mit einem Verdünnungsfluid. Zudem betrifft die Erfindung eine Messanordnung sowie ein Verfahren zur Messung eines Partikelgehaltes eines Aerosols.

[0002] Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der Erfindung stellt die Messung von Partikelemissionen von Verbrennungsmotoren, insbesondere Dieselmotoren, dar. Aktuelle Dieselmotoren weisen gegenüber Ottomotoren einen höheren Wirkungsgrad auf. Deshalb sind Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen beim Dieselmotor gegenüber dem Ottomotor reduziert. Im Vergleich zum Ottomotor werden beim Dieselmotor jedoch höhere Mengen an NO_x und Partikeln ausgestoßen.

[0003] Partikel sind feste oder flüssige Schwebeteilchen, die mit einem Gasstrom getragen werden. Bei der dieselmotorischen Verbrennung fallen Rußpartikel, Tröpfchen aus Kohlenwasserstoffen oder Säuren, Aschepartikel und Metallabrieb an. Rußpartikel sind schwarze Feststoffteilchen, die zum überwiegenden Teil aus Kohlenstoff bestehen. Sie treten aus dem Auspuff eines Fahrzeuges mit Dieselmotor als ein Aerosol, eine Dispersion von Partikeln in einem Gas, aus. Dieselfuß wurde von der Weltgesundheitsorganisation als karzinogen eingestuft.

[0004] Die Reduzierung der Partikelemissionen ist daher ein wichtiges Ziel bei der Entwicklung moderner Abgastechnologien für Dieselmotoren. Damit festgestellt werden kann, wie viele Partikel ein Dieselmotor emittiert, bedarf es einer Messvorrichtung, die den gesetzlichen Regularien entspricht.

[0005] Eine aus dem Stand der Technik bekannte Messvorrichtung wird in der DE 196 17 160 C1 beschrieben. In den bekannten Messvorrichtungen wird das Abgas des Verbrennungsmotors über ein Rohr in einen Verdünnungstunnel geleitet und dort mit zuströmender, gefilterter Umgebungsluft zu einem konstanten Gesamtvolumenstrom vermischt. Durch diesen Vorgang wird eine homogene Probeentnahme am Ende des Verdünnungstunnels ermöglicht. Die Partikel werden üblicherweise auf einem Primär- und Sekundärfilter gesammelt und ihr Gehalt anschließend durch Wiegen bestimmt. Das Sekundärfilter soll dabei die Partikel, die im Primärfilter nicht abgeschieden werden, aufnehmen.

[0006] Nachteilig an dieser Messvorrichtung ist eine schlechte Vermischung des Aerosol-Stroms mit der Umgebungsluft, was zu ungenauen Messergebnissen führen kann. Damit sich mit dieser Messvorrichtung dennoch eine möglichst homogene Vermischung ergibt, wird der Verdünnungstunnel sehr lang dimensioniert, damit der Aerosol-Strom sich über eine lange Strecke mit der zuströmenden Umgebungsluft vermischen kann. Nachteilig ist dann aber wiederum, dass der apparative Aufbau der Messvorrichtung aufwendig und übermäßig groß wird und auch hier die Vermischung nicht so homogen ist, wie dies für reproduzierbare und zuverlässige Messergebnisse wünschenswert wäre.

[0007] Die DE 10 2007 061 070 A1 und die US 4,574,078 A betreffen eine Aerosol-Mischvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung ist es, Nachteile im Stand der Technik zu vermindern.

[0009] Die erfindungsgemäße Lösung schlägt hierzu eine Aerosol-Mischvorrichtung der eingangs erwähnten Art vor, bei der zumindest ein Zuführkanal als ein Außen-Zuführkanal ausgebildet ist, dessen austrittsseitiger Abschnitt von dem Zentralkanal weg orientiert ist.

[0010] Der austrittsseitige Abschnitt des Außen-Zuführkanals meint einen Abschnitt vor der Zuführ-Austrittsöffnung des Außen-Zuführkanals.

[0011] Eine Länge des austrittsseitigen Abschnittes ist eine ab der Zuführ-Austrittsöffnung in Richtung der Zuführ-Eintrittsöffnung gemessene Teillänge der Gesamtlänge des Außen-Zuführkanals. Beispielsweise kann die Länge des austrittsseitigen Abschnittes ein Zehntel bis zu Zweidrittel der Gesamtlänge des Außen-Zuführkanals betragen. Die Gesamtlänge des Außen-Zuführkanals bemisst sich dabei nach der kürzesten Verbindungslinie zwischen einem Mittelpunkt seiner Außen-Eintrittsöffnung und einem Mittelpunkt seiner Außen-Austrittsöffnung, die innerhalb des Außen-Zuführkanals verläuft.

[0012] Bevorzugt entspricht die Länge des austrittsseitigen Abschnittes jedoch der überwiegenden, nahezu oder genau der gesamten Länge des Außen-Zuführkanals. Mit anderen Worten ist der Außen-Zuführkanal im Wesentlichen von dem Zentralkanal weg orientiert. Insbesondere kann der gesamte Außen-Zuführkanal von dem Zentralkanal weg orientiert sein. Dies ermöglicht ein optimiertes Strömungsverhalten und eine einfache Fertigung.

[0013] Eine Längsachse der Aerosol-Mischvorrichtung verläuft von einer Eintrittsseite der Aerosol-Mischvorrichtung, an der die jeweiligen Eintrittsöffnungen des Zentralkanals und der Zuführkanäle an-

geordnet sind, zu einer Austrittsseite der Aerosol-Mischvorrichtung, an der die jeweiligen Austrittsöffnungen des Zentralkanals und der Zuführkanäle angeordnet sind.

[0014] Unter der Orientierung des austrittsseitigen Abschnittes des Außen-Zuführkanals wird die Richtung verstanden, in der der Außen-Zuführkanal in dem austrittsseitigen Abschnitt zu der Zuführ-Austrittsöffnung verläuft. Eine Orientierung des austrittsseitigen Abschnittes des Außen-Zuführkanals weg von dem Zentralkanal bedeutet also, dass der Verlauf des austrittsseitigen Abschnittes zu seiner Zuführ-Austrittsöffnung einer Richtung folgt, die von dem Zentralkanal, insbesondere einem der Zentral-Austrittsöffnung nahen Abschnitt, weg führt. Bevorzugt vergrößert sich die Distanz des austrittsseitigen Abschnittes des Außen-Zuführkanals, ganz besonders bevorzugt des gesamten Außen-Zuführkanals, zu dem Zentralkanal in Richtung von der Eintrittsseite zu der Austrittsseite der Aerosol-Mischvorrichtung.

[0015] Die Orientierung des austrittsseitigen Abschnittes des Außen-Zuführkanals von dem Zentralkanal weg bewirkt, dass das aus dem Außen-Zuführkanal austretende Verdünnungsfluid in Richtung von dem aus dem Zentralkanal austretenden Aerosol weg strömt. In der Regel werden das Verdünnungsfluid und das Aerosol in einer größeren Entfernung hinter den Austrittsöffnungen aufeinandertreffen. Wesentlich für die Erfindung ist jedoch, dass das Aerosol und das aus den Außen-Zuführkanälen austretende Verdünnungsfluid nicht aufeinander zu strömen und nicht in unmittelbarer Nähe der Austrittsseite der Aerosol-Mischvorrichtung aufeinander treffen.

[0016] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist es möglich, dass mehrere Außen- und Innen-Zuführkanäle gleiche Zuführ-Eintrittsöffnungen aufweisen. Insbesondere genügt bereits eine Zuführ-Eintrittsöffnung für sämtliche Außen- und Innen-Zuführkanäle, um das Verdünnungsfluid in die Aerosol-Mischvorrichtung einzuleiten. Die Innen-Zuführkanäle und Außen-Zuführkanäle mit separaten Zuführ-Eintrittsöffnungen und Zuführ-Austrittsöffnungen auszubilden ist jedoch vorteilhafter für die Durchmischung und die Fertigung der Aerosol-Mischvorrichtung.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Aerosol-Mischvorrichtung ist zumindest ein Zuführkanal als ein Innen-Zuführkanal ausgebildet ist, dessen austrittsseitiger Abschnitt auf den Zentralkanal zu orientiert ist, das heißt auf diesen zu verläuft. Die obigen Ausführungen, insbesondere zu dem was unter Abschnitt und Orientierung verstanden wird und wie diese dimensioniert werden können, gelten analog für den Innen-Zuführkanal mit dem Unterschied, dass die Orientierung auf den Zentralkanal zu gerichtet ist. Dies ermöglicht, dass das aus dem Innen-Zuführkanal austretende Verdünnungsfluid in Richtung

auf den aus dem Zentralkanal austretenden Aerosol zu strömt. Das Aerosol und das Verdünnungsfluid vermischen sich hierdurch hinter der Aerosol-Mischvorrichtung bereits nahe der Austrittsseite.

[0018] Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Aerosol-Mischvorrichtung verläuft der austrittsseitige Abschnitt des Innen-Zuführkanals unter einem Innen-Winkel von zumindest 20° , bevorzugt zumindest 45° , ganz besonders bevorzugt zumindest 60° relativ zu der Längsachse. Vorzugsweise ist der Innen-Winkel höchstens 70° . Bevorzugt verläuft der austrittsseitige Abschnitt des Außen-Zuführkanals unter einem Außen-Winkel von zumindest 20° , bevorzugt zumindest 45° , ganz besonders bevorzugt zumindest 60° , relativ zu der Längsachse. Vorzugsweise beträgt auch der Außen-Winkel höchstens 70° . Beide Winkel werden also zwischen einem Schenkel der Längsachse einerseits und einem Schenkel der Zuführkanäle, also einer Linie des Verlaufs der Zuführkanäle, beispielsweise entlang einer Innenseite der Zuführkanäle, andererseits gebildet. Die angegebenen Mindestmaße dieser Winkel sind besonders vorteilhaft, damit sich das Aerosol und das Verdünnungsfluid bereits sehr nahe der Austrittsseite homogen vermischen, was einen langen Verdünnungstunnel entbehrlich macht.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung schneiden sich der zumindest eine Außen-Zuführkanal und der zumindest eine Innen-Zuführkanal. Schneiden meint in diesem Zusammenhang, dass die Zuführkanäle einen gemeinsamen Bereich teilen, in dem ein Fluid strömen kann. Bevorzugt schneiden sich der Außen-Zuführkanal und der Innen-Zuführkanal über Kreuz, so dass sie einander kreuzen. Insbesondere schneidet oder kreuzt sich je ein Außen-Zuführkanal mit je einem Innen-Zuführkanal. Ganz besonders bevorzugt schneidet oder kreuzt zumindest einer der Zuführkanäle einen anderen Zuführkanal mit der vollen Fläche seines Strömungsquerschnitts. Mit anderen Worten verläuft der eine Zuführkanal in dem Bereich des Schnittes vollständig in dem anderen Zuführkanal. Weiterhin bevorzugt schneiden oder kreuzen sich die Zuführkanäle genau einmal. Bevorzugt ist dieser Schnitt oder die Kreuzung nahe oder im Wesentlichen bei ihrer halben Länge. Es hat sich gezeigt, dass auch dies die Vermischung des Aerosols mit dem Verdünnungsfluid verbessert.

[0020] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Aerosol-Mischvorrichtung mit (a) zumindest zehn, bevorzugt zumindest zwanzig Außen-Zuführkanälen und zumindest zehn, bevorzugt zumindest zwanzig Innen-Zuführkanälen ausgebildet, wobei (b) die Zuführ-Austrittsöffnungen der Innen-Zuführkanäle um den Zentralkanal herum angeordnet sind und (c) die Zuführ-Austrittsöffnungen der Außen-Zuführkanäle um die Zuführ-Austrittsöffnungen

der Innen-Zuführkanäle herum angeordnet sind. Insbesondere sind die Zuführ-Austrittsöffnungen der Innen-Zuführkanäle und der Außen-Zuführkanäle jeweils in einer runden, insbesondere einer kreisförmigen, Bahn angeordnet. Die hohe Anzahl an Zuführkanälen und ihre Anordnung auf einer runden Bahn verbessert die Vermischung weiter. In vorteilhafter Art und Weise sind sämtliche Zuführ-Austrittsöffnungen der Innen-Zuführkanäle nahe dem Zentralkanal angeordnet. Demgegenüber sind sämtliche Zuführ-Austrittsöffnungen der Außen-Zuführkanäle weiter weg von dem Zentralkanal angeordnet.

[0021] Bevorzugt beträgt die Strömungsquerschnittsfläche des Zentralkanals zumindest das 20-fache, besonders bevorzugt zumindest das 50-fache und ganz besonders bevorzugt zumindest das 100-fache, der durchschnittlichen Strömungsquerschnittsfläche sämtlicher Außen-Zuführkanäle und/oder sämtlicher Innen-Zuführkanäle. Bevorzugt beträgt die Strömungsquerschnittsfläche des Zentralkanals höchstens das 200-fache der durchschnittlichen Strömungsquerschnittsfläche sämtlicher Außen-Zuführkanäle und/oder sämtlicher Innen-Zuführkanäle. Die Strömungsquerschnittsfläche des Zentral- oder Zuführkanals an einer Stelle entspricht der Querschnittsfläche, mit der ein maximal großer Fluidstrom den Zentral- oder Außen- oder Innen-Zuführkanal an dieser Stelle durchströmt. Vorzugsweise weisen der Zentralkanal und die Außen- und Innen-Zuführkanäle runde Strömungsquerschnittsflächen auf. Bevorzugt weisen der Zentralkanal und die Außen- und Innen-Zuführkanäle jeweils eine über ihre gesamte Länge gleichbleibende Strömungsquerschnittsfläche auf. Dies muss jedoch nicht sein. Wenn die Kanäle unterschiedlich große Strömungsquerschnittsflächen aufweisen, bezieht sich das Größenverhältnis der Strömungsquerschnittsflächen auf die jeweils kleinsten Strömungsquerschnittsflächen des Zentralkanals und der Zuführkanäle.

[0022] Es ist somit möglich, lediglich einen Zentralkanal in der Aerosol-Mischvorrichtung auszubilden, durch den bereits ein hoher Durchsatz an Aerosol durch die Aerosol-Mischvorrichtung geleitet werden kann. Alternativ ist es möglich, mehrere Zentralkanäle vorzusehen, die wiederum ebenfalls eine größere Strömungsquerschnittsfläche als die Zuführkanäle aufweisen können. Alternativ ist es auch möglich, dass die Strömungsquerschnittsfläche einzelner oder aller Zuführkanäle größer als die Strömungsquerschnittsfläche des Zentralkanals oder der Zentralkanäle sind und mehr Zentralkanäle als Zuführkanäle vorhanden sind. Selbstverständlich ist es auch möglich, den Zentralkanal für das Verdünnungsfluid und die Zuführkanäle für das Aerosol zu nutzen.

[0023] Bevorzugt ist die Aerosol-Mischvorrichtung scheibenförmig. Mit anderen Worten ist die Aerosol-Mischvorrichtung bevorzugt eine gelochte Schei-

be mit einem Außenumfang, die in ein Rohr desselben Innenumfanges eingesetzt werden kann. Zusätzlich können Befestigungsmöglichkeiten, wie Gewinde, an dem Rand der Scheibe ausgebildet sein, um die Scheibe an dem Rohr zu befestigen. Befestigungsmöglichkeiten sind insbesondere (a) Gewinde an der Außenfläche der Scheibe und an der Rohrrinnenwand (b) Gewinde im Zentralkanal und auf der Zuleitung (c) eine Presspassung der Scheibe im Rohr (d) eine Presspassung der Scheibe auf dem Zentralrohr (e) Splinte und/oder Klemmring-Verbindungen zwischen Scheibe und Rohr und (f) Splinte und/oder Klemmring-Verbindungen zwischen Scheibe und Zentralrohr.

[0024] Die Scheibe besteht vorzugsweise aus einem nicht korrosiven und/oder nicht abrasiven Material, beispielsweise einem Metall, einem Kunststoffe und/oder einer Keramik.

[0025] Eine Dicke der Scheibe beträgt vorzugsweise 5-100 mm, bevorzugt 10-20 mm. Ein Radius der Scheibe beträgt vorzugsweise 4-150 mm, insbesondere 5-50 mm. Ein Verhältnis Radius (Zähler) zu Dicke (Nenner) beträgt vorzugsweise 0,25 bis 5, bevorzugt 1-2,5.

[0026] Bevorzugt liegt eine Längsmittelachse der Aerosol-Mischvorrichtung innerhalb des Zentralkanals. Die Längsmittelachse ist die Längsachse, die in der Mitte der Aerosol-Mischvorrichtung liegt und gegebenenfalls eine Symmetrieachse bildet. Der Zentralkanal ist somit mittig der Aerosol-Mischvorrichtung angeordnet. Bevorzugt fällt die Längsmittelachse der Aerosol-Mischvorrichtung mit einer Längsmittelachse des Zentralkanals zusammen. Natürlich sind kleine Abweichungen der beschriebenen Lage der Längsmittelachse, beispielsweise bedingt durch Fertigungstoleranzen, möglich.

[0027] Bevorzugt weist die Aerosol-Mischvorrichtung eine zumindest 2-zählige Drehsymmetrie bezüglich der Längsmittelachse auf. Insbesondere weist die Aerosol-Mischvorrichtung eine n-zählige Drehsymmetrie bezüglich der Längsmittelachse auf, wobei n der Anzahl an Zuführ-Austrittsöffnungen der Außen-Zuführkanäle entspricht. Besonders bevorzugt beträgt n zumindest drei, vier, fünf oder sechs. Eine Drehung der Aerosol-Mischvorrichtung um einen Drehsymmetriewinkel γ um ihre Längsmittelachse bildet die Struktur der Außen- und Innen-Zuführkanäle auf sich selbst ab. Der Drehsymmetriewinkel γ besteht also zwischen zwei gedachten Verbindungsgeraden, die, zwei insbesondere benachbarte, Zuführ-Austrittsöffnungen der Außen-Zuführkanäle mit der Längsmittelachse verbinden.

[0028] Erfindungsgemäß ist zudem eine Mischanordnung zum Vermischen eines Aerosols mit einem Verdünnungsfluid, insbesondere zum Vermischen

von von einem Kraftfahrzeug emittierten Abgasen mit Luft, mit (a) einem Zentralrohr zum Zuleiten eines Aerosols, (b) einer erfindungsgemäßen Aerosol-Mischvorrichtung, deren Zentralkanal mit dem Zentralrohr verbunden ist, (c) einem ersten Verdünnungsrohrabschnitt, in dem die Aerosol-Mischvorrichtung und das Zentralrohr zumindest teilweise angeordnet sind, (d) einer Zuführeinrichtung zum Zuführen eines Verdünnungsfluids, die mit dem ersten Verdünnungsrohrabschnitt verbunden ist, (e) einem zweiten Verdünnungsrohrabschnitt, in dem die Vorrichtung zumindest teilweise angeordnet ist.

[0029] Die beiden Verdünnungsrohrabschnitte können dabei Abschnitte eines gemeinsamen Verdünnungsrohres oder separate Rohre sein. Unter der zumindest teilweisen Anordnung der Aerosol-Mischvorrichtung in dem ersten Verdünnungsrohrabschnitt und in dem zweiten Verdünnungsrohrabschnitt wird verstanden, dass aus dem ersten Verdünnungsrohrabschnitt Verdünnungsfluid in die Aerosol-Mischvorrichtung einströmen kann und aus der Aerosol-Mischvorrichtung in den zweiten Verdünnungsrohrabschnitt ausströmen kann. Mit anderen Worten ist die Eintrittsseite der Aerosol-Mischvorrichtung mit ihren Eintrittsöffnungen dem ersten Verdünnungsrohrabschnitt zugewandt und die Austrittsseite der Aerosol-Mischvorrichtung mit ihren Austrittsöffnungen dem zweiten Verdünnungsrohrabschnitt zugewandt.

[0030] Erfindungsgemäß ist zudem eine Messanordnung zur Messung eines Partikelgehaltes eines Aerosols, insbesondere zur Messung eines von einem Kraftfahrzeug emittierten Rußpartikelgehaltes, mit (a) einer erfindungsgemäßen Mischanordnung, (b) wobei der zweite Verdünnungsrohrabschnitt als ein Messrohrabschnitt ausgebildet ist, der eine Messeinheit zur Messung eines Partikelgehaltes der sich in dem Messrohrabschnitt ergebenden Mischung aus Aerosol und Verdünnungsfluid aufweist und (c) wobei die Messeinheit in einem Abstand x_{30} von der Zentral-Austrittsöffnung angeordnet ist, wobei für den Abstand in Relation zu dem Durchmesser des Messrohrabschnittes d_{222} an der Stelle der Zentral-Austrittsöffnung $x_{30} > 10 \cdot d_{222}$ gilt. Ein Quotient aus Abstand als Zähler und Durchmesser des Messrohrabschnittes d_{222} an der Stelle der Zentral-Austrittsöffnung als Nenner liegt bevorzugt zwischen 3 und 60, vorzugsweise zwischen 10 und 20.

[0031] Der Abstand x_{40} wird entlang der Längsachse Z von der Zentral-Austrittsöffnung bis zu der Stelle, an der die Messeinheit angeordnet ist, gemessen. In besonders vorteilhafter Weise ist bereits bei einem relativ geringen Abstand x_{40} eine reproduzierbare und präzise Messung möglich, weil die Mischung des Aerosols mit dem Verdünnungsfluid bereits an der Messstelle sehr homogen ist. Die Anordnung der Messeinheit in einem größer als vorgeschlagenen Abstand x_{40} von der Zentralaustrittsöffnung verbes-

sert die Präzision nicht oder nur in einem für die meisten Anwendungen unwesentlichen Maße.

[0032] Die Messeinheit kann aus einem oder mehreren Filtern bestehen oder einen oder mehrere weitere Rohrabschnitte oder Rohre aufweisen, die zu zumindest einem Filter führen, beispielsweise zu einem Glasfaserfilter mit PTFE-Beschichtung. Der in dem Filter aufgefangene Partikelgehalt kann nach oder während einer Messung durch eine Partikelwaage ermittelt werden. Alternativ ist die Messeinheit ein Kondensationskernzähler oder ein Kondensationskernzähler ist zusätzlich als Messeinheit an dem zweiten Verdünnungsrohrabschnitt angeordnet.

[0033] Erfindungsgemäß ist schließlich ein Verfahren zur Messung des Partikelgehaltes eines Aerosols, insbesondere zur Messung eines von einem Kraftfahrzeug emittierten Rußpartikelgehaltes, mit einer erfindungsgemäßen Messanordnung, gekennzeichnet durch die Schritte: (a) Zuleiten eines Aerosols mit einem Volumenstrom von $\dot{V}_A = 0,75$ Liter pro Minute, ganz besonders bevorzugt zumindest 1, 5 l/min, in das Zentralrohr, (b) Zuführen eines Verdünnungsfluides mittels der Zuführeinrichtung mit einem Volumenstrom von $\dot{V}_{V2} = 5 - 260$ l/min, ganz besonders bevorzugt zumindest 30 l/min, in den ersten Verdünnungsrohrabschnitt, so dass für das Volumenstromverhältnis von Aerosol zu Verdünnungsfluid $\dot{V}_A / \dot{V}_{V2} < 1$ gilt und (c) Ermitteln des Partikelgehaltes der sich in dem Messrohrabschnitt ergebenden Mischung aus Aerosol und Verdünnungsfluid mittels der Messeinheit.

[0034] Mit Hilfe der beiliegenden Zeichnungen werden nachfolgend Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1a-c drei perspektivische Ansichten eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Aerosol-Mischvorrichtung und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Messanordnung.

[0035] Die **Fig. 1a-c** zeigen Ansichten eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Aerosol-Mischvorrichtung **10**, bei dem die Aerosol-Mischvorrichtung **10** scheibenförmig ist.

[0036] **Fig. 1a** zeigt eine Draufsicht auf einen Rand **11** der Aerosol-Mischvorrichtung **10**. Durch äußere Begrenzungslinien **L₁** und **L₂** in Form von Strichlinien ist ein Zentralkanal **12** angedeutet, der in dieser Draufsicht durch den Rand **11** verdeckt wird. Der Zentralkanal **12** weist an einer Eintrittsseite **E** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** eine Zentral-Eintrittsöffnung **13** und an einer Austrittsseite **A** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** eine Zentral-Austrittsöffnung **14** auf. Eine Längsachse **X** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** verläuft von der Eintrittsseite **E** zu der Austrittsseite

te **A**. Eine Längsmittelachse **Z** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** bildet eine Symmetrieachse bezüglich der Scheibenform der Aerosol-Mischvorrichtung **10**.

[0037] Oberhalb des Zentralkanals **12** sind ein Außen-Zuführkanal **15** durch äußere Begrenzungslinien **S₁, S₂, S₃, S₄** sowie ein Innen-Zuführkanal **18** durch äußere Begrenzungslinien **I₁, I₂, I₃, I₄** angedeutet. Der Außen-Zuführkanal **15** weist eine Zuführ-Eintrittsöffnung **19** an der Eintrittsseite **E** und eine Zuführ-Austrittsöffnung **20** an der Austrittsseite **A** auf.

[0038] Der Außen-Zuführkanal **15** ist von dem Zentralkanal **12** weg orientiert. Dies ist daran zu erkennen, dass die Distanz des Außen-Zuführkanals **15** zu dem Zentralkanal **12** im Verlauf von der Zuführ-Eintrittsöffnung **16** zu der Zuführ-Austrittsöffnung **17** des Außen-Zuführkanals **15** zunimmt. Insbesondere nimmt diese Distanz in einem austrittsseitigen Bereich des Außen-Zuführkanals **15** zu. Dieser austrittsseitige Bereich kann beispielsweise durch den Bereich gebildet sein, in dem die äußeren Begrenzungslinien **S₃** und **S₄** verlaufen.

[0039] Der Innen-Zuführkanal **18** weist ebenfalls eine Zuführ-Eintrittsöffnung **19** an der Eintrittsseite **E** und eine Zuführ-Austrittsöffnung **20** an der Austrittsseite **A** auf. Der Innen-Zuführkanal **18** ist auf den Zentralkanal **12** zu orientiert. Dies ist daran zu erkennen, dass die Distanz des Innen-Zuführkanals **18** zu dem Zentralkanal **12** im Verlauf von der Zuführ-Eintrittsöffnung **19** zu der Zuführ-Austrittsöffnung **20** des Innen-Zuführkanals **18** abnimmt. Auch der Außen-Zuführkanal **15** und der Innen-Zuführkanal **18** sind in dieser Draufsicht durch den Rand **11** verdeckt.

[0040] Der Außen-Zuführkanal **15** und der Innen-Zuführkanal **18** kreuzen einander bei der Mitte ihrer Länge. In diesem Ausführungsbeispiel sind der Außen-Zuführkanal **15** und der Innen-Zuführkanal **18** mit derselben Strömungsquerschnittsfläche ausgebildet und weisen dieselbe Länge auf. Der Außen-Zuführkanal **15** und der Innen-Zuführkanal **18** kreuzen einander über ihrer gesamten Strömungsquerschnittsfläche, was wegen der eindimensionalen Ansicht jedoch nicht zu erkennen ist.

[0041] Der Außen-Zuführkanal **15** ist in einem Außen-Winkel α relativ zu einer Längsachse **X** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** orientiert. In **Fig. 1a** ist der Außen-Winkel α zwischen der Begrenzungslinie **S₂** und der eingezeichneten Längsachse **X** zu erkennen. Der Außen-Winkel α beträgt hier 27°.

[0042] Der Innen-Zuführkanal **18** ist mit einem Winkel, dem Innen-Winkel β , relativ zu einer Längsachse **X** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** orientiert. In **Fig. 1a** ist der Innen-Winkel β zwischen der Begrenzungslinie **I₄** und der eingezeichneten Längsachse **X** zu erkennen. Auch der Innen-Winkel β beträgt hier

27°. Die Breite des Randes **11** und somit der Aerosol-Mischvorrichtung **10**, die hier zugleich der Länge des Zentralkanals **12** entspricht, beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 4 cm. Die Höhe der Aerosol-Mischvorrichtung **10**, die hier dem Durchmesser der Scheibe entspricht, beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 15,9 cm. Das Verhältnis von Höhe zu Breite der Aerosol-Mischvorrichtung **10** ist also nahezu 4.

[0043] **Fig. 1b** zeigt eine Draufsicht auf die Austrittsseite **A** der Aerosol-Mischvorrichtung **10**. Um den Zentralkanal **12** herum sind zwanzig Zuführ-Austrittsöffnungen **17_{1...20}** von Außen-Zuführkanälen **15_{1...20}** und zwanzig Zuführ-Austrittsöffnungen **20_{1...20}** von Innen-Zuführkanälen **18_{1...20}** angeordnet. Die Zuführ-Austrittsöffnungen **17_{1...20}** der Außen-Zuführkanäle **15_{1...20}** sind in diesem Ausführungsbeispiel auf einer gedachten äußeren kreisförmigen Bahn **B₁** um die Zuführ-Austrittsöffnungen **20_{1...20}** von Innen-Zuführkanälen **18_{1...20}** herum angeordnet.

[0044] Die äußere kreisförmige Bahn **B₁** durchläuft die Mittelpunkte aller Zuführ-Austrittsöffnungen **17_{1...20}** der Außen-Zuführkanäle **15_{1...20}** und bildet in diesem Ausführungsbeispiel einen Kreis mit einem Durchmesser von 13 cm aus. Die Zuführ-Austrittsöffnungen **20_{1...20}** der Innen-Zuführkanäle **18_{1...20}** sind auf einer inneren kreisförmigen Bahn **B₂** angeordnet, die ebenfalls die Mittelpunkte aller Zuführ-Austrittsöffnungen **20_{1...20}** der Innen-Zuführkanäle **18_{1...20}** durchläuft und die einen Kreis mit einem Durchmesser von 9 cm ausbildet. Die Mittelpunkte der Zuführ-Austrittsöffnungen **17_{1...20}** und **20_{1...20}** sind jeweils äquidistant untereinander und zueinander beabstandet. Der Zentralkanal **12** weist vorliegend einen konstanten Durchmesser von 6,1 cm auf und alle Außen-Zuführkanäle **15_{1...20}** und Innen-Zuführkanäle **18_{1...20}** weisen einen konstanten Durchmesser von 1 cm auf. Sämtliche Größenangaben, Anordnungen von Kanälen und Ein- und Austrittsöffnungen und die konstanten Durchmesser stellen eine bevorzugte, nicht jedoch eine notwendige Ausgestaltung der Aerosol-Mischvorrichtung **10** dar.

[0045] Die gegenüberliegende Eintrittsseite **E** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** sieht wegen der Spiegelsymmetrie zu einer quer zur Längsmittelachse **Z_{LM}** und bei halber Breite des Randes der Aerosol-Mischvorrichtung **10** gelegenen Schnittebene identisch zu der Austrittsseite **A** aus. Auch weist die Aerosol-Mischvorrichtung **10** eine **20**-zählige Drehsymmetrie bezüglich der Längsmittelachse **Z_{LM}** auf. Der Drehsymmetriewinkel γ für diese Drehsymmetrie ergibt sich zwischen jeweils zwei Verbindungsgeraden, die jeweils die Längsmittelachse **Z** mit dem Mittelpunkt einer Zuführ-Austrittsöffnung **17_{1...20}** eines Außen-Zuführkanals **15_{1...20}** und den Mittelpunkt einer Zuführ-Austrittsöffnung **20_{1...20}** eines Innen-Zuführkanals **18_{1...20}** verbinden. In der **Fig. 1b** sind dies die Verbindungsgeraden **G₁** und **G₂**, die jeweils die Mit-

telpunkte der Zuführ-Austrittsöffnungen 17_1 und 20_1 sowie 17_2 und 20_2 verbinden, und zwischen denen der Drehsymmetriewinkel γ ausgebildet ist. In der **Fig. 1b** beträgt der Drehsymmetriewinkel $\gamma = 18^\circ$.

[0046] **Fig. 1c** zeigt die Aerosol-Mischvorrichtung **10** in einer Schrägansicht. Hier sind sowohl der Rand **11**, der Zentralkanal **12**, als auch die Außen-Zuführkanäle $15_{1...20}$ und die Innen-Zuführkanäle $18_{1...20}$ gut zu erkennen.

[0047] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Messanordnung **21** und der in die Messanordnung **21** eintretenden Volumenströme. Ein Verdünnungsrohr **22** besteht aus einem ersten Verdünnungsrohrabschnitt **22₁**, einem zweiten Verdünnungsrohrabschnitt **22₂** und einem dritten Verdünnungsrohrabschnitt **22₃**. Der erste und dritte Verdünnungsrohrabschnitt **22₁** und **22₃** bilden zusammen ein T-förmiges Stück aus. Innerhalb des Verdünnungsrohres **22** ist die Aerosol-Mischvorrichtung **10** gemäß des Ausführungsbeispiels aus **Fig. 1** zwischen dem ersten und zweiten Verdünnungsrohrabschnitt **22₁**, **22₂** angeordnet. Ein Ende eines Zentralrohres **23** zum Zuleiten eines Aerosols ist mit dem Zentralkanal **12** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** verbunden. Das Zentralrohr **23** verläuft innerhalb des ersten Verdünnungsrohrabschnittes **22₁** und, dadurch dass es gebogen ist, innerhalb des dritten Verdünnungsrohrabschnittes **22₃**, aus dem es hinausragt.

[0048] An seinem anderen Ende ist das Zentralrohr **23** in einer ersten Öffnung **25** eines T-Stückes **24** angeordnet. In einer zweiten Öffnung **26** des T-Stückes **24** ist ein Zweitrohr **28** angeordnet, aus dem das Aerosol mit einem Volumenstrom $V\#_A$ in das T-Stück **24** einströmt. Beispielsweise ist das Aerosol ein monodisperses Aerosol und der Volumenstrom beträgt $V\#_A = 1,5$ l/min. In einer dritten Öffnung **27** des T-Stückes **24** ist ein Drittrohr **29** angeordnet, aus dem ein erster Verdünnungsfluid-Strom $V\#_{V,1}$ in das T-Stück **24** einströmt. In dem T-Stück **24** findet bereits eine erste Vermischung des Aerosol-Volumenstroms $V\#_A$ mit dem ersten Verdünnungsfluid-Volumenstrom $V\#_{V,1}$ statt. Beispielsweise ist das erste Verdünnungsfluid Luft und der Volumenstrom beträgt $V\#_{V,1} = 1,5$ l/min. Der aus dem Mischen des Aerosol-Volumenstroms $V\#_A$ mit dem ersten Verdünnungsfluid-Volumenstrom $V\#_{V,1}$ entstehende Volumenstrom fließt durch das Zentralrohr **23** in den Zentralkanal **12** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** und durch diesen in den zweiten Verdünnungsrohrabschnitt **22₂**.

[0049] Die Nutzung eines T-Stückes **24**, wie in diesem Ausführungsbeispiel dargestellt, ist eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung, jedoch nicht notwendig. Der Aerosol-Volumenstrom $V\#_A$ kann alternativ auch ohne vorherige Vermischung mit einem

Verdünnungsfluid dem Zentralrohr **23** zugeleitet werden.

[0050] In den ersten Verdünnungsrohrabschnitt **22₁** strömt ein zweiter Verdünnungsfluid-Volumenstrom $V\#_{V,2}$ ein, der über eine nicht dargestellte Zuführeinrichtung zugeführt wird. Beispielsweise ist auch das zweite Verdünnungsfluid Luft und der Verdünnungsfluid-Volumenstrom beträgt $V\#_{V,2} = 5 - 260$ l/min. Der zweite Verdünnungsfluid-Volumenstrom $V\#_{V,2}$ tritt durch die Zuführ-Eintrittsöffnungen $16_{1..n}$ und $19_{1..n}$ an der Eintrittsseite **E** ein und trifft nach Durchströmen der Außen-Zuführkanäle $15_{1..n}$ und der Innen-Zuführkanäle $18_{1..n}$ aus den Zuführ-Austrittsöffnungen $17_{1..n}$ und $20_{1..n}$ als eine Vielzahl von Verdünnungsfluid-Teilvolumenströmen aus. Hinter der Austrittsseite **A** vermischt sich der aus dem Zentralkanal **12** strömende Aerosol-Volumenstrom $V\#_A$ mit den vielen Verdünnungsfluid-Teilvolumenströmen zu einem gemeinsamen Fluidstrom.

[0051] In vorteilhafter Weise werden in dem zweiten Verdünnungsrohrabschnitt **22₂** turbulente Strömungen des Verdünnungsfluides erzeugt, um eine optimale Durchmischung bereits sehr nahe hinter der Austrittsseite **A** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** und somit in einem sehr kurzen Abschnitt des zweiten Verdünnungsrohrabschnittes **22₂** zu erreichen. Das Verdünnungsfluid strömt aus den Außen-Zuführkanälen $15_{1..n}$ in Richtung von dem aus dem Zentralkanal **12** ausströmenden Aerosol weg und auf eine Innenwandung des zweiten Verdünnungsrohrabschnittes **22₂** zu. Die Strömungen des Aerosols und des Verdünnungsfluides können nahe der Austrittsseite **A** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** noch als laminar betrachtet werden. Durch das Auftreffen der Verdünnungsfluid-Strömung auf die Innenwandung des zweiten Verdünnungsrohrabschnittes **22₂** wird diese jedoch verwirbelt. Die Verdünnungsfluid-Strömung wird also spätestens ab hier turbulent und wird durch eine Umlenkung von der Innenwandung zumindest teilweise auch in Richtung des Aerosols strömen. Hier wird die turbulente Verdünnungsfluid-Strömung wiederum die Aerosol-Strömung verwirbeln und für eine Durchmischung des Aerosols und des Verdünnungsfluides sorgen. Das Verdünnungsfluid und das Aerosol werden somit bereits nahe der Austrittsseite **A** homogen vermischt. Ein langer Strömungsweg innerhalb des zweiten Verdünnungsrohrabschnittes **22₂** ist nicht notwendig, um eine homogene Vermischung zu erzielen.

[0052] Zur Evaluierung der Vermischung wurde unter anderem eine Untersuchung zur Verweilzeitverteilung durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass mit der erfindungsgemäßen Aerosol-Mischvorrichtung eine deutlich kürzere Strecke ausreichend ist, um zu einer homogenen Vermischung zu gelangen. An oder in dem zweiten Verdünnungsrohrabschnitt **22₂** ist eine Messeinheit **30** angeordnet. Der zweite Ver-

dünnungsrohrabschnitt ist somit als ein Messrohrabschnitt **22₂** ausgebildet. Die Messeinheit **30** umfasst in diesem Ausführungsbeispiel ein Zusatzmessrohr **31**, das eine Öffnung in den Messrohrabschnitt **22₂** hinein aufweist, so dass ein Fluid aus dem Messrohrabschnitt **22₂** in das Zusatzmessrohr **31** strömen kann. Alternativ ist es möglich, den Messrohrabschnitt **22₂** selbst als Zusatzmessrohr **31**, wie es in seiner Funktionsweise im Folgenden beschrieben wird, zu nutzen. Es existieren vorzugsweise mehrere Zusatzmessrohre **31**. In der vorliegenden Ausführungsform existieren zehn Zusatzmessrohre, von denen der Übersichtlichkeit halber nur eines eingezeichnet ist.

[0053] Das Zusatzmessrohr **31** der Messeinheit **30** ist in einem Abstand x_{30} von der Austrittsseite **A** der Aerosol-Mischvorrichtung **10** angeordnet. Vorliegend beträgt der Abstand x_{30} 167,5 mm. Der Innendurchmesser d_{222} des Messrohrabschnittes **22₂** beträgt hier 16 mm.

[0054] An jedem Zusatzmessrohr **31** ist ein Kondensationspartikelzähler **32** angeschlossen. Der aus dem Messrohrabschnitt **22₂** in das Zusatzmessrohr **31** strömende Teil des gemeinsamen Fluidstromes, im Folgenden als Mess-Volumenstrom $V_{\#M}$ bezeichnet, strömt durch den Kondensationspartikelzähler **32**. Das Messergebnis der Kondensationspartikelzähler sind die pro Volumeneinheit gemessenen Partikel.

Bezugszeichenliste

A	Austrittsseite
B₁	äußere kreisförmige Bahn
B₂	innere kreisförmige Bahn
E	Eintrittsseite
G₁, G₂	Verbindungsgeraden
I_{1...I₄}	Begrenzungslinien des Innen-Zuführkanals
L₁, L₂	Begrenzungslinien des Zentralkanals
S_{1...S₄}	Begrenzungslinien des Außen-Zuführkanals
V_{V,1}	erster Verdünnungsfluid-Volumenstrom
V_{V,2}	zweiter Verdünnungsfluid-Volumenstrom
V_A	Aerosol-Volumenstrom
V_M	Mess-Volumenstrom
X	Längsachse
Z	Längsmittelachse

X₃₀	Abstand der Messeinheit
d₂₂₂	Innendurchmesser des Messrohrabschnittes
α	Außen-Winkel
β	Innen-Winkel
γ	Drehsymmetriewinkel
10	Aerosol-Mischvorrichtung
11	Rand
12	Zentralkanal
13	Zentral-Eintrittsöffnung
14	Zentral-Austrittsöffnung
15_{1...15_n}	Außen-Zuführkanäle
16_{1...16_n}	Zuführ-Eintrittsöffnungen der Außen-Zuführkanäle
17_{1...17_n}	Zuführ-Austrittsöffnungen der Außen-Zuführkanäle
18_{1...18_n}	Innen-Zuführkanäle
19_{1...19_n}	Zuführ-Eintrittsöffnungen der Innen-Zuführkanäle
20_{1...20_n}	Zuführ-Austrittsöffnungen der Innen-Zuführkanäle
21	Messanordnung
22	Verdünnungsrohr
22₁	erster Verdünnungsrohrabschnitt
22₂	zweiter Verdünnungsrohrabschnitt, Messrohrabschnitt
22₃	dritter Verdünnungsrohrabschnitt
23	Zentralrohr
24	T-Stück
25	erste Öffnung
26	zweite Öffnung
27	dritte Öffnung
28	Zweitrohr
29	Drittrohr
30	Messeinheit
31	Zusatzmessrohr
32	Kondensationspartikelzähler

Patentansprüche

1. Aerosol-Mischvorrichtung (10) zum Vermischen eines Aerosols mit einem Verdünnungsfluid mit (a) einem Zentralkanal (12) für das Aerosol mit einer Zentral-Eintrittsöffnung (13) und einer Zentral-Austrittsöffnung (14),

(b) zumindest zwei Zuführkanälen (15, 18) für das Verdünnungsfluid mit zumindest einer Zuführ-Eintrittsöffnung (16, 19) und je einer Zuführ-Austrittsöffnung (17, 20), **dadurch gekennzeichnet**, dass
 (c) zumindest ein Zuführkanal als ein Außen-Zuführkanal (15) ausgebildet ist, dessen austrittsseitiger Abschnitt von dem Zentralkanal (12) weg orientiert ist.

2. Aerosol-Mischvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Zuführkanal als ein Innen-Zuführkanal (18) ausgebildet ist, dessen austrittsseitiger Abschnitt auf den Zentralkanal (12) zu orientiert ist.

3. Aerosol-Mischvorrichtung (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 (a) der austrittsseitige Abschnitt des Außen-Zuführkanals (15) unter einem Außen-Winkel α von zumindest 20° relativ zu einer Längsachse X der Aerosol-Mischvorrichtung (10) verläuft und/oder
 (b) der austrittsseitige Abschnitt des Innen-Zuführkanals (18) unter einem Innen-Winkel β von zumindest 20° relativ zu der Längsachse X verläuft.

4. Aerosol-Mischvorrichtung (10) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Außen-Zuführkanal (15) und der Innen-Zuführkanal (18) kreuzen.

5. Aerosol-Mischvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 (a) zumindest zehn Außen-Zuführkanäle ($15_{1...n}$) und zehn Innen-Zuführkanäle ($18_{1...n}$) ausgebildet sind,
 (b) wobei die Zuführ-Austrittsöffnungen ($20_{1...n}$) der Innen-Zuführkanäle ($18_{1...n}$) um den Zentralkanal (12) herum angeordnet sind und
 (c) die Zuführ-Austrittsöffnungen ($17_{1...n}$) der Außen-Zuführkanäle ($15_{1...n}$) um die Zuführ-Austrittsöffnungen ($20_{1...n}$) der Innen-Zuführkanäle ($18_{1...n}$) herum angeordnet sind.

6. Aerosol-Mischvorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsquerschnittsfläche des Zentralkanals (12) zumindest das 20-fache und/oder höchstens das 60-fache der Strömungsquerschnittsfläche des zumindest einen Außen-Zuführkanals (15) beträgt.

7. Aerosol-Mischvorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aerosol-Mischvorrichtung (10) scheibenförmig ist.

8. Aerosol-Mischvorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Längsmittelachse Z der Aerosol-Mischvorrichtung (10) innerhalb des Zentralkanals (12) liegt und/oder die Aerosol-Mischvorrichtung (10)

eine zumindest 2-zählige Drehsymmetrie bezüglich der Längsmittelachse Z aufweist.

9. Mischanordnung zum Vermischen eines Aerosols mit einem Verdünnungsfluid, insbesondere zum Vermischen von einem Kraftfahrzeug emittierten Abgasen mit Luft, mit

(a) einem Zentralrohr (23) zum Zuleiten des Aerosols,
 (b) einer Aerosol-Mischvorrichtung (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, deren Zentralkanal (12) mit dem Zentralrohr (23) verbunden ist,
 (c) einem ersten Verdünnungsrohrabschnitt (22_1), in dem die Aerosol-Mischvorrichtung (10) und das Zentralrohr (23) zumindest teilweise angeordnet sind,
 (d) einer Zuführeinrichtung zum Zuführen des Verdünnungsfluids, die mit dem ersten Verdünnungsrohrabschnitt (22_1) verbunden ist,
 (e) einem zweiten Verdünnungsrohrabschnitt (22_2), in dem die Aerosol-Mischvorrichtung (10) zumindest teilweise angeordnet ist.

10. Messanordnung (21) zur Messung eines Partikelgehaltes eines Aerosols, insbesondere zur Messung eines von einem Kraftfahrzeug emittierten Rußpartikelgehalts, mit

(a) einer Mischanordnung nach Anspruch 9,
 (b) wobei der zweite Verdünnungsrohrabschnitt als ein Messrohrabschnitt (22_2) ausgebildet ist, der eine Messeinheit (30) zur Messung eines Partikelgehaltes der sich in dem Messrohrabschnitt (22_2) ergebenden Mischung aus Aerosol und Verdünnungsfluid aufweist und
 (c) wobei die Messeinheit (30) in einem Abstand x_{30} von der Zentral-Austrittsöffnung (14) angeordnet ist, wobei für den Abstand x_{30} in Relation zu dem Innendurchmesser d_{222} des Messrohrabschnittes (22_2) an der Stelle der Zentral-Austrittsöffnung (14) gilt: $x_{30} > 10 \cdot d_{222}$.

11. Verfahren zur Messung des Partikelgehaltes eines Aerosols, insbesondere zur Messung eines von einem Kraftfahrzeug emittierten Rußpartikelgehalts, mit einer Messanordnung (21) nach Anspruch 10, **gekennzeichnet durch** die Schritte:

(a) Zuleiten des Aerosols mit einem Volumenstrom von $V_A = 0,75 - 10$ l/min in das Zentralrohr (23),
 (b) Zuführen des Verdünnungsfluides mittels der Zuführeinrichtung mit einem Volumenstrom von $V_{V2} = 5 - 260$ l/min in den ersten Verdünnungsrohrabschnitt (22_1), so dass für das Volumenstromverhältnis von Aerosol zu Verdünnungsfluid $V_A / V_{V2} < 1$ gilt und
 (c) Ermitteln des Partikelgehaltes der sich in dem Messrohrabschnitt (22_2) ergebenden Mischung aus Aerosol und Verdünnungsfluid mittels der Messeinheit (30).

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

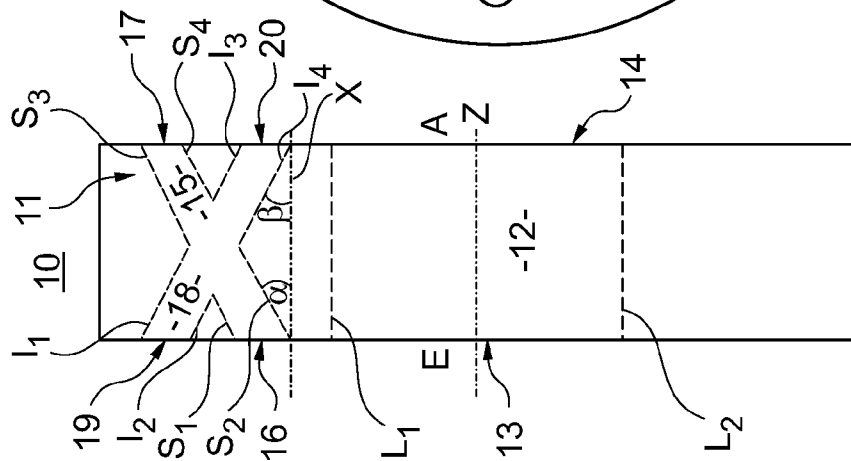


Fig. 1a

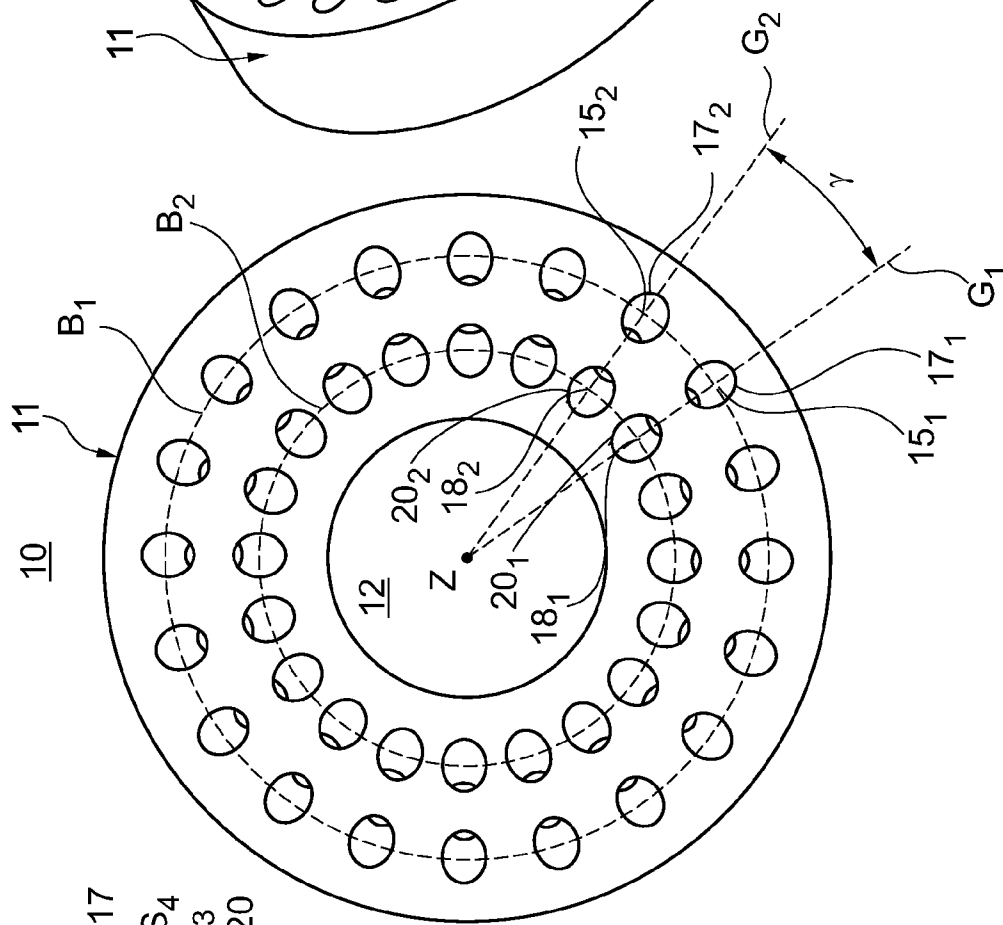


Fig. 1b

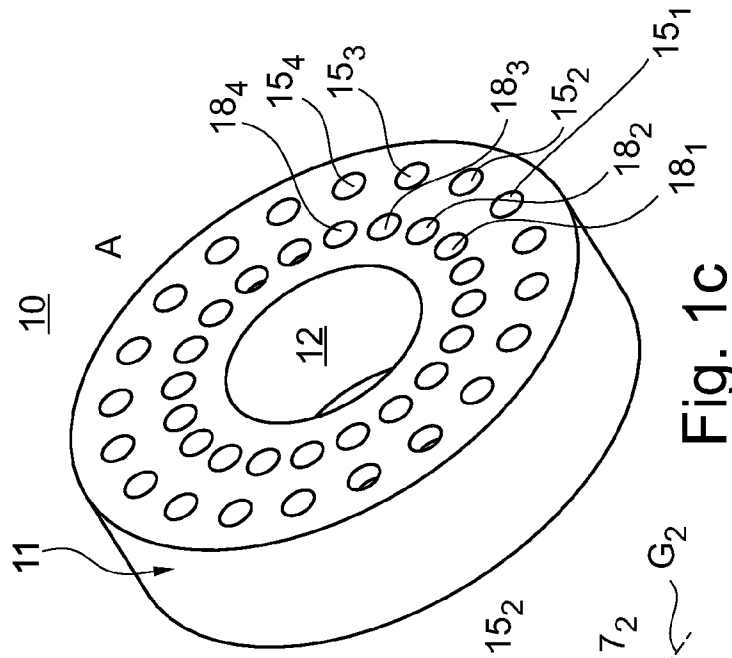


Fig. 1c

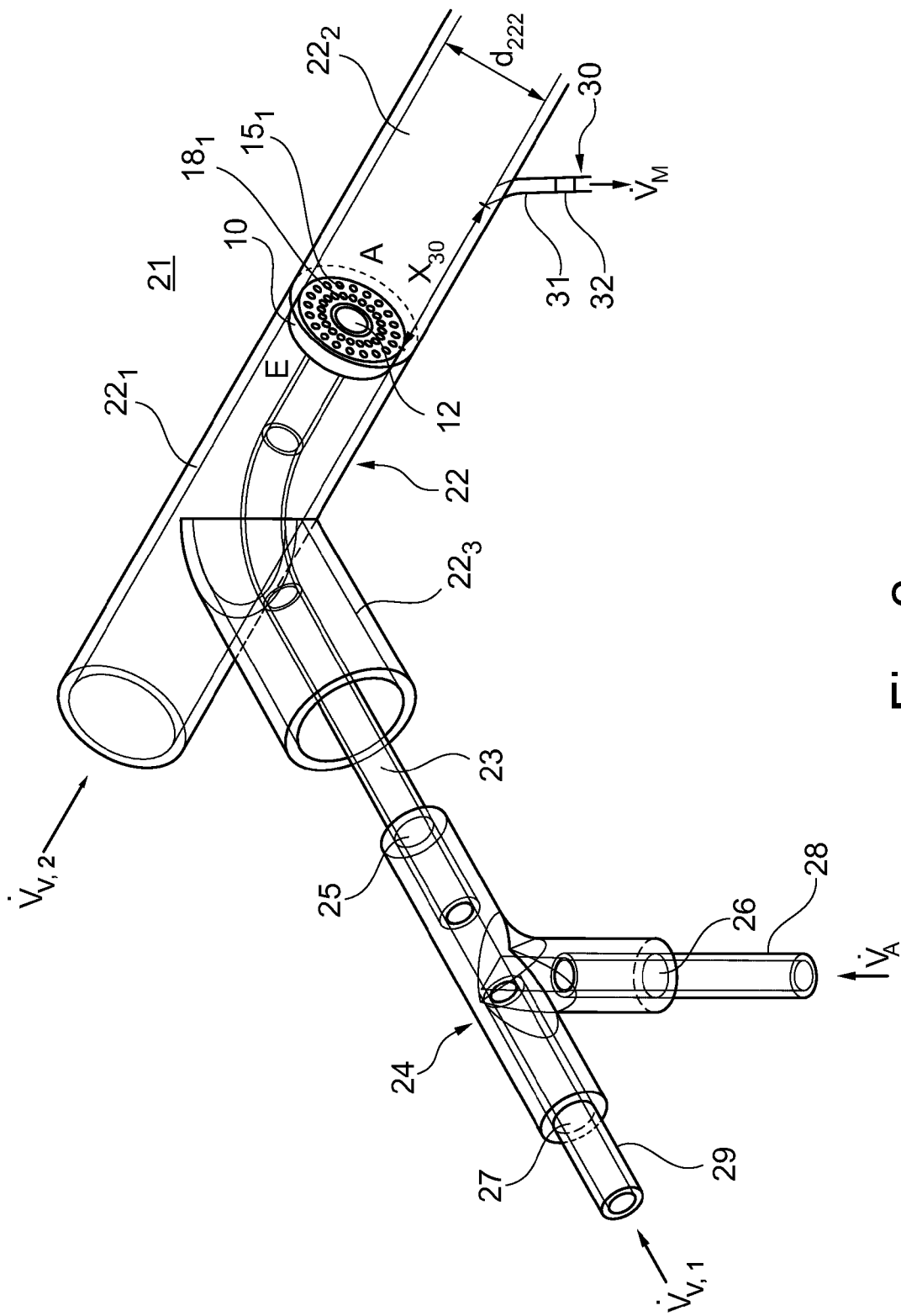


Fig. 2