



DEUTSCHES PATENTAMT

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(41) Aufgebot zur Akteneinsicht:	(43) Veröff.-tag der Offenlegungsschrift:
DD B 07 B / 339 791 0	17. 04. 90	07. 05. 92	07. 07. 94

(30) Unionspriorität:

—

(71) Anmelder bzw. Rechtsnachfolger:

Umwelttechnik/Luftreinhaltung Leipzig, Käthe-Kollwitz-Str. 1, 04109 Leipzig, DE

(72) Erfinder: Födisch, Holger, Dr.-Ing., 06766 Wolfen, DE; Jankowski, Bernhard, Dr. rer. nat., 04107 Leipzig, DE;
Dietzsch, Barbara, Dr., Berlin, DE

(54) Kaskadenimpaktor

(55) Entstäubungstechnik; Staubgehalt; Emissionsmessung; Immissionsmessung; Staubkonzentration; Korngrößenverteilung

(57) Die Erfindung betrifft einen Kaskadenimpaktor zur Ermittlung der Konzentration und Korngrößenverteilung von Stäuben bei Emissions- und Immissionsmessungen in industriellen und kommunalen Bereichen. Ziel der Erfindung ist es, einen Kaskadenimpaktor zur Ermittlung der Konzentration und Korngrößenverteilung von Stäuben zu schaffen, welcher die genannten Nachteile vermeidet und unter den rauen Bedingungen der Meßpraxis eine höhere Analysengenauigkeit ermöglicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit einem unter praxisrelevanten Betriebsbedingungen einsetzbaren Meßgerät gleichzeitig die Konzentration und Korngrößenverteilung von Stäuben zu bestimmen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß jeder Düsenaustrittsöffnung eines mehrstufigen Kaskadenimpaktors genau ein als Sackloch ausgebildeter vorzugsweise kreisförmiger Fangraum mit definiert festgelegten geometrischen Abmessungen zugeordnet ist, in welchem die Partikel entsprechend den Trenneigenschaften der jeweiligen Impaktorstufe mit sehr geringen Wandverlusten abgeschieden werden.

Patentansprüche:

1. Kaskadenimpaktor, bestehend aus mehreren hintereinander geschalteten Trennstufen, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Düsenbohrung (6) der Düsenplatte (5) und der Trennstufe (7.1.–7.n.) genau ein vorzugsweise als Sackloch ausgebildeter kreisförmiger Fangraum (8.1.–8.n.) im Abstand (S) von 0,5 bis 3mal dem Durchmesser D der Düsenbohrung (6) lotrecht nachgeschaltet wird, daß der Durchmesser (D_f) des Fangraumes (8.n.)

$$D_f = D_s + 2 \cdot \tan \alpha \cdot S$$

ist, wobei α im Bereich von 5 Grad bis 20 Grad und die Tiefe (T_f) des Fangraumes (8.n.) im Bereich 0,3 bis 2mal den Durchmesser (D_f) des Fangraumes (8.n.) liegt.

2. Kaskadenimpaktor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Trennstufe (7.n.) zerlegbar ist.
3. Kaskadenimpaktor nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teile, an denen Partikelniederschläge auftreten, einzeln mit einer Wägegenauigkeit von mindestens 0,1 mg wägbare sind.
4. Kaskadenimpaktor nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß sämtliche Partikelniederschläge an Teilen, welche konstruktiv bedingt nicht demontierbar sind, durch Absaugung und nachfolgende Filtration gravimetrisch bestimmt werden.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Kaskadenimpaktor zur Ermittlung der Konzentration und Korngrößenverteilung von Stäuben bei Emissions- und Immissionsmessungen in industriellen und kommunalen Bereichen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bekannt ist zur Ermittlung der Staubkonzentration die isokinetische Teilstromentnahme und gravimetrische Bestimmung des aus dem abgesaugten Teilgasstrom abgeschiedenen Staubes. Soll neben der Staubkonzentration auch die Korngrößenverteilung der Partikel bestimmt werden, erfolgt dies entweder durch sogenannte In-situ-Meßtechniken oder durch granulometrische Analysen der Haufwerksproben.

Zur In-situ-Ermittlung der Korngrößenverteilung von Stäuben werden auch Kaskadenimpaktoren verwendet. Derartige Analysengeräte trennen aus einem staubbeladenen Meßluftstrom entsprechend der Anzahl der Trennstufen den Staubanteil in mehreren Fraktionen nach dem Prinzip der Trägheitsabscheidung. Dabei wird der staubbeladene Gasstrom durch ein System von Düsen mit nachgeschalteten Prallplatten geführt, auf welche die Partikel entsprechend ihrer Größe impaktiert und abgeschieden werden. Beim Betrieb derartiger Meßgeräte treten verschiedene Probleme auf, die eine Ermittlung der Korngrößenverteilung zumindest in Frage stellen und eine Konzentrationsbestimmung nahezu ausschließen. Aus diesem Grund legt die VDI 2066, Blatt 5, „Messen von Partikeln. Staubmessungen in strömenden Gasen. Fraktionierende Staubmessung nach dem Impaktionsverfahren – Kaskadenimpaktor (Entwurf 1987)“ fest, daß zur Ermittlung der Staubkonzentration separate Staubgehaltsmessungen mit eignungsgeprüften Meßgeräten durchzuführen sind, da die bei Impaktormessungen auftretenden Wandverluste allgemein zu geringe Staubkonzentrationen ergeben. Unter Wandverlusten werden Partikelniederschläge an nicht für die Auswertung vorgesehenen Flächen im Kaskadenimpaktor verstanden. So können die Partikel zwar auf den Prallplatten impaktiert werden, müssen aber nicht zwangsläufig auf diesen Prallplatten haften bleiben, sondern können abprallen oder abgeweht werden. Sehr häufig setzt sich auch der Staub bereits auf den Düsenkränzen der einzelnen Trennstufen ab. Zur Reduzierung dieser Wandverluste ist bekannt, die Prallplatten von Kaskadenimpaktoren mit dünnen Folien aus Glasfasern, Metall und anderen Materialien zu belegen und diese Folien oder die Prallplatten direkt mit speziellen Haftmitteln zu beschichten. Nachteilig ist dabei der erhöhte Zeitaufwand zur Beschichtung der Prallplatten sowie mögliche Unkorrektheiten bei der Gewichtsbestimmung der abgeschiedenen Partikelmassen durch partielles Verdampfen der Haftmittel, insbesondere bei höheren Temperaturen sowie Gewichtstoleranzen der Glasfaserfolien durch Feuchteschwankungen und chemische Reaktionen. Zu berücksichtigen ist auch, daß nach einer Grundbestäubung der beschichteten Prallplatten die Abscheidung der Partikel auf einer Staubschicht erfolgt, was die Wirksamkeit dieser Haftmittel erheblich einschränkt. Eine Möglichkeit zur Erzielung gleichmäßiger dünner Partikelniederschläge besteht darin, die Prallplatten während der Messung rotieren zu lassen (N. Klaus und A. Berner – Ein Kaskadenimpaktor mit rotierenden Staubplatten – Staub-Reinhaltung der Luft [1985] S. 168–170). Als nachteilig ist bei dieser Ausführungsform der hohe gerätetechnische Aufwand zu bewerten, welcher eine Messung unter rauen Betriebsbedingungen nahezu ausschließt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen Kaskadenimpaktor zur Ermittlung der Konzentration und Korngrößenverteilung von Stäuben zu schaffen, welcher die genannten Nachteile vermeidet und unter den rauen Bedingungen der Meßpraxis eine höhere Analysengenauigkeit ermöglicht.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit einem unter praxisrelevanten Betriebsbedingungen einsetzbaren Meßgerät gleichzeitig die Konzentration und Korngrößenverteilung von Stäuben zu bestimmen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß jeder Düsenaustrittsöffnung eines mehrstufigen Kaskadenimpaktors genau ein als Sackloch ausgebildeter vorzugsweise kreisförmiger Fangraum mit definiert festgelegten geometrischen Abmessungen zugeordnet ist, in welchem die Partikel entsprechend den Trenneigenschaften der jeweiligen Impaktorstufe mit sehr geringen Wandverlusten abgeschieden werden.

Beim bestimmungsgemäßen Einsatz des Kaskadenimpaktors strömt der staubbeladene Gasstrom durch mehrere nacheinander angeordnete Kaskadenimpaktorstufen. Entsprechend den Trenneigenschaften der Impaktorstufen werden die Partikel in Abhängigkeit ihrer Größe auf den zugehörigen Prallplatten impaktiert.

Die erfindungsgemäße Ausführung der Düsen- und Prallplatten garantiert eine Impaktion und Abscheidung der Partikel, ohne daß störende Effekte, wie Abprallen und/oder Wiedermitleißen von Teilchen die Ermittlung der Korngrößenverteilung in nennenswerter Größenordnung beeinflussen. Zur Auswertung einer Kaskadenimpaktormessung werden die Partikelniederschläge auf den Düsen- und Prallplatten sowie auf dem Absolutfilter durch Wägung bestimmt.

Die an den Wandungen haftenden Teilchen (Wandverluste) werden vorzugsweise durch Demontage dieser Teile gravimetrisch ermittelt, wobei die Einzelteile mit hinreichender Genauigkeit wägbare sind. Teilchen, die an Stellen haften, welche konstruktiv bedingt nicht demontierbar sind, werden erfindungsgemäß durch Absaugung und nachfolgende Filtration für die Ermittlung der Staubkonzentration berücksichtigt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll an Hand eines Beispiels näher erläutert werden. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1: die Schnittdarstellung des erfindungsgemäßen Kaskadenimpaktors

Fig. 2: einen Ausschnitt der Kombination Düsenplatte – Prallplatte.

Gemäß Figur 1 besteht der erfindungsgemäße Kaskadenimpaktor aus einem Gehäuse 1, welches mit einem Eintrittsdiffusor 2 und einem Austrittsflansch 3 lösbar durch eine Verschraubung verbunden ist. Der staubbeladene Gasstrom 4 gelangt über den Eintrittsdiffusor 2 in die Düsenplatte 5. Nach dem Durchströmen der Düsenbohrungen 6 erfolgt eine Umlenkung der Gasströmung 4 in die Düsenbohrungen 6.1. der Trennstufe 7.1. Die Staubteilchen, die auf Grund ihrer Trägheit der Strömungsumlenkung nicht folgen können, werden in den jeder Düsenbohrung 6 nachgeschalteten, als Sackloch ausgebildeten Fangraum 8.1. der Trennstufe 7.1. abgeschieden.

Nach dem Passieren der Düsenbohrungen 6.1. sowie der daraus resultierenden Beschleunigung der staubbeladenen Gasströmung erfolgt wiederum eine Umlenkung der Gasströmung 4, was die Impaktion und Abscheidung der Staubteilchen entsprechender Größen in den Fangräumen 8.2. der Trennstufe 7.2. nach sich zieht. Diese Prozedur wiederholt sich in den nachgeschalteten Trennstufen 7.3.–7.n., wobei die Strömungsgeschwindigkeit, von Stufe zu Stufe steigt und der mittlere Trenndurchmesser abnimmt. Nach dem Passieren sämtlicher Trennstufen 7.1.–7.n. strömt das noch mit feinsten Partikeln beladene Gas 4 durch einen Absolutfilter 9, welcher auf einem Filterblech 10 fixiert ist.

Zur Gewährleistung der Gasdichtheit sind zwischen der Düsenplatte 5 und den Trennstufen 7.1.–7.n. und den Distanzringen 11, Dichtungen 14 angeordnet. Die Gasdichtheit zwischen Gehäuse 1 und Eintrittsdiffusor 2 sowie Austrittsflansch 3 ist durch einen Distanzring 13 und Dichtungen 14 gegeben.

Gemäß Figur 2 ist jeder Düsenbohrung 6 mit dem Durchmesser D_0 der Düsenplatte 5 genau ein vorzugsweise als Sackloch ausgebildeter kreisförmiger Fangraum 8.1. in der Trennstufe 7.1. lotrecht im Abstand S nachgeschaltet. Diese Anordnung wiederholt sich mit jeder weiteren Trennstufe 7.1.–7.n.

Der Durchmesser D_F des Fangraumes 8 beträgt

$$D_F = D_0 + 2 \cdot \tan \alpha \cdot S,$$

wobei der Winkel α erfindungsgemäß im Bereich von 5 Grad bis 20 Grad liegt und die Tiefe T_F des Fangraumes 8 gleich 0,3 bis 2,0 mal dem Durchmesser D_F des Fangraumes 8.1. entspricht.

Zur Auswertung einer Kaskadenimpaktormessung werden zur Ermittlung der Korngrößenverteilung die Partikelniederschläge auf der Düsenplatte 5 und den Trennstufen 7.1.–7.n. sowie auf dem Absolutfilter 9 gravimetrisch bestimmt.

Für die Ermittlung der Staubkonzentration werden außerdem eventuelle Partikelanhaftungen im Eintrittsdiffusor 2, am Distanzring 13 sowie an den Distanzringen 11 durch Wägung und/oder Absaugung und nachfolgende Filtration erfaßt.

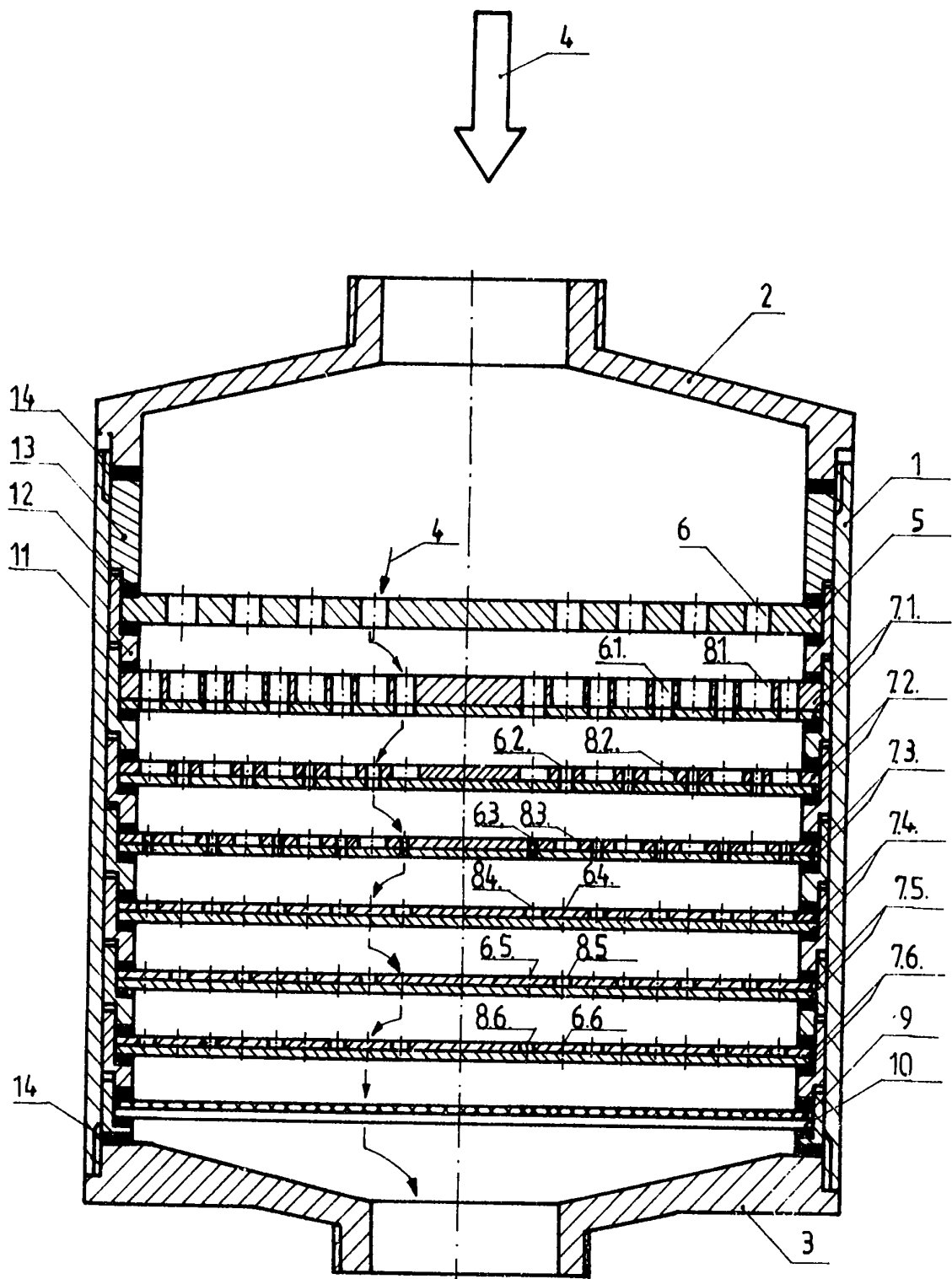


Fig. 1

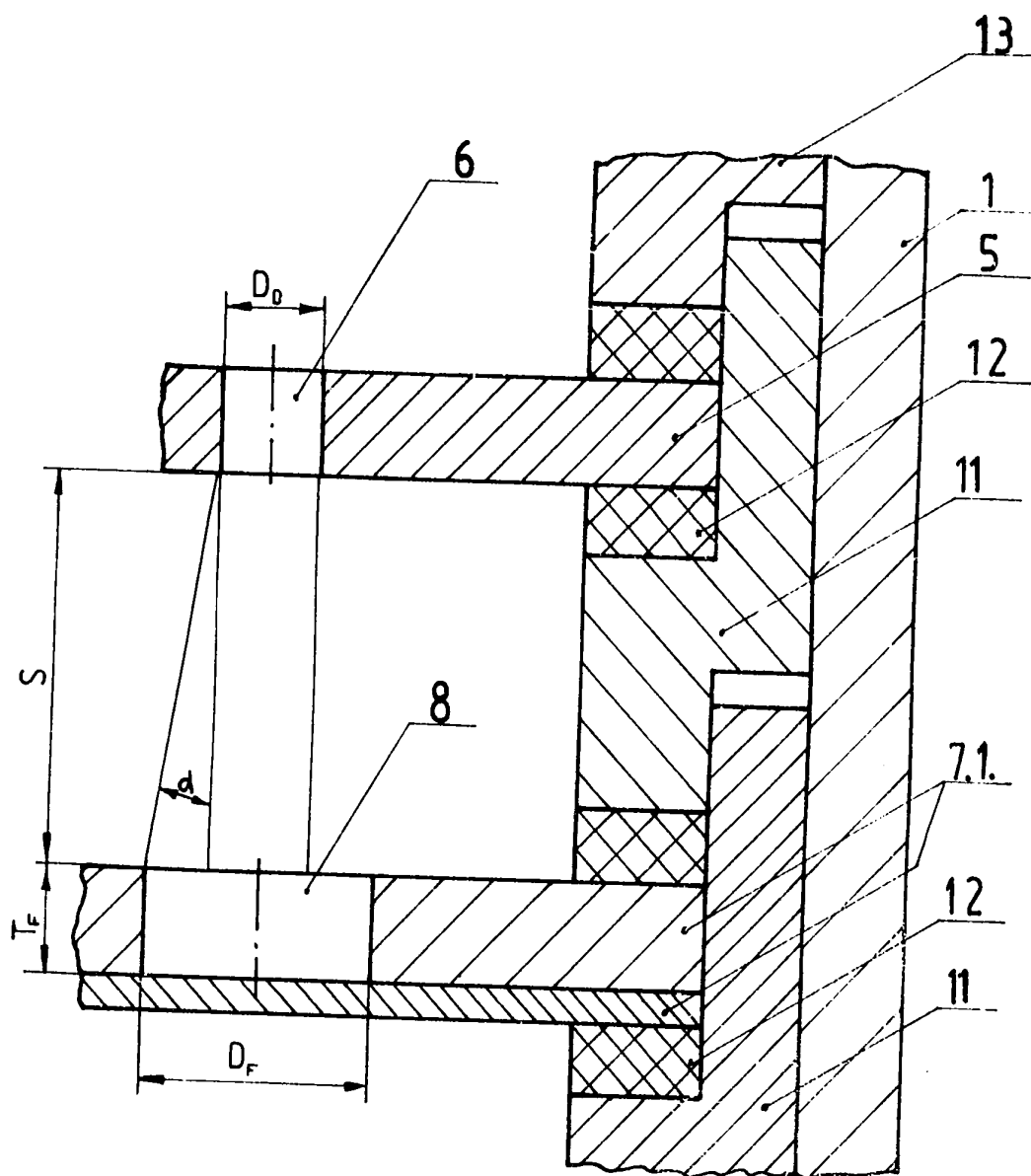


Fig. 2