



(10) **DE 20 2008 018 508 U1** 2014.11.13

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2008 018 508.4**
(22) Anmeldetag: **20.11.2008**
(47) Eintragungstag: **02.10.2014**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **13.11.2014**

(51) Int Cl.: **B03C 3/16** (2006.01)
B03C 3/155 (2006.01)
B03C 3/78 (2006.01)
B03C 3/12 (2006.01)
B01D 46/50 (2006.01)
B01D 46/30 (2006.01)
C23F 13/00 (2006.01)

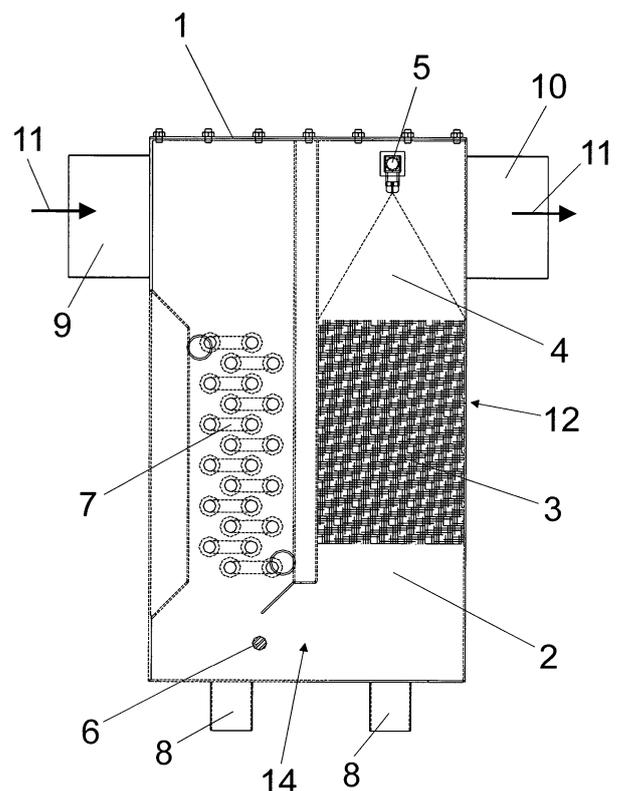
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**Fachhochschule Gelsenkirchen, 45897
Gelsenkirchen, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Schneider, Uwe, Dipl.-Ing., 59423 Unna, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Nass abreinigender Elektrofilter zur Abgasreinigung**

(57) Hauptanspruch: Elektrofilter (1) zur Abgasreinigung und/oder Wärmerückgewinnung, insbesondere auch zur Abgasreinigung für die Abgase von Biomasse-Feuerungen, bei dem der Elektrofilter (1) eine Abscheidekammer (2) aufweist, durch die das Abgas geleitet wird, wobei im Bereich der Abscheidekammer (2) oder angrenzend an die Abscheidekammer (2) eine Aufladeeinrichtung (6) zur elektrostatischen Aufladung von in dem Abgas befindlichen Partikeln angeordnet ist, sowie im Bereich der Abscheidekammer (2) eine entgegen der Ladung der Partikel elektrostatisch aufgeladene oder geerdete Abscheideeinrichtung (12) zur Wechselwirkung mit den Partikeln angeordnet ist, die Abscheideeinrichtung (12) von den von der Aufladeeinrichtung (6) elektrostatisch aufgeladenen Partikeln durchströmbar ist, und eine Abgabereinrichtung (5) für Reinigungsflüssigkeit derart angeordnet ist, dass der Bereich der Abscheideeinrichtung (12) zumindest periodisch besprühbar ist und die Reinigungsflüssigkeit die an der Oberfläche der Abscheideeinrichtung (12) angelagerten Partikel abreinigt, dadurch gekennzeichnet, dass die Abscheideeinrichtung (12) eine Füllung (3) in Form eines Haufwerks oder einer Schüttung aus elektrostatisch aufladbaren Bestandteilen mit einer im Verhältnis zu ihrem Volumen großen Oberfläche aufweist, zwischen denen das Abgas hindurch tritt und seine vorher elektrostatisch aufgeladenen Partikel abgibt, wobei die Einzelbestandteile des Haufwerks oder der Schüttung in einem derartigen Zustand aneinander grenzen, dass sich eine extern an die Abscheideeinrichtung (12) angelegte elektrostatische Aufladung oder Erdung über das ganze Haufwerk oder die Schüttung verteilt und im wesentlichen alle Einzelbestandteile der Füllung (3) elektrostatisch aufgeladen oder geerdet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen nass abreinigenden Elektrofilter zur Abgasreinigung gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 16.

[0002] Die Erfindung bezieht sich auf einen elektrostatischen, nass abreinigenden Elektrofilter zur Abgasreinigung und/oder Wärmerückgewinnung gemäß Anspruch 1 sowie auf ein Verfahren zur Abgasreinigung und/oder Wärmerückgewinnung mittels eines nass abreinigenden Elektrofilters für beliebige Anwendungsfälle – insbesondere auch für die Rauchgase von Biomasse-Feuerungen. Unter Abgasreinigung wird hier sowohl die Minderung von partikel- als auch gas- und geruchsförmigen Emissionen verstanden.

[0003] Die anhaltende Feinstaubdiskussion hat bewirkt, dass der Gesetzgeber eine Verschärfung der Anforderungen an die Emissionen beabsichtigt. Dabei steht insbesondere die Minderung der Fein- und Feinststaubemissionen zur Debatte.

[0004] Schon seit langem werden sogenannte Wäscher als Nassabscheider für partikelförmige Emissionen verwendet. Ihr Konstruktionsprinzip beruht auf der Massenträgheit der zu entfernenden Staubpartikel im Abgasstrom, die beim Umströmen der eingesprühten Wassertropfen im Sprühfeld der Abgasströmung nicht folgen können, auf die Tröpfchen aufprallen und mit ihnen abgeschieden werden. Dies begründet, dass Nassabscheider nur die Abscheidung größerer Staubpartikel bis ca. 0,5 µm bewirken. Kleinere Staubpartikel können aufgrund der geringen Massenträgheit der Staubpartikel nicht mehr effektiv abgeschieden werden, da sie der gasförmigen Fluidströmung folgen und somit keine Wechselwirkungen mit den im Wäscher erzeugten Flüssigkeitströpfchen unterliegen.

[0005] Aktuelle Veröffentlichungen belegen jedoch, dass das Maximum der Feinstaubemissionen z. B. von Holzfeuerungen bei einem mittleren aerodynamischen Durchmesser von unter 0,5 µm liegt. So liegt zum Beispiel das Maximum der Feinstaubemissionen von Holzpellets-Feuerungen bei unter 100 nm, also im Feinststaubbereich. Theoretisch können Nassabscheider demnach keine Feinststaub-Minderung bewirken.

[0006] Demgegenüber sind trockene elektrostatische Abscheider in der Lage, auch feinste Staubpartikel kleiner als 100 nm mit bis zu 99% Effektivität abzuscheiden. Das Abscheideprinzip beruht auf einer Korona-Spitzenentladung und der daraus folgenden Partikelaufladung, so dass die negativ aufgeladenen Partikel an einer geerdeten Niederschlagselektrode abgeschieden werden können. Übliche Bauformen sind Rohr- oder Plattenelektrofilter z. B. bei Kraft-

werken. Derartige trocken elektrostatisch arbeitende Abscheider weisen jedoch einige Nachteile auf. Dies sind zum einen Bauform und Baugröße. Sie müssen allerdings mechanisch abgereinigt werden, was entweder eine Unterbrechung des Betriebes des Abscheiders und damit ggf. einer gesamten Anlage zufolge hat oder gleichzeitig Emissionen der aufgewirbelten abgeschiedenen Staubpartikel während der Abreinigung hervorruft. Sie können im Gegensatz zu Nassabscheidern keine Energie aus den Rauchgasen rückgewinnen. Ebenso können Funkenüberschläge von der Hochspannungselektrode Entzündungen und Explosionen des Rauchgases zur Folge haben. Weitere Nachteile sind häufige Abreinigungsintervalle sowie insbesondere für kleinere Anlagen die Notwendigkeit teilweise manueller Reinigung durch den Betreiber oder den Schornsteinfeger.

[0007] Darüber hinaus sind auch Nass-Elektrofilter bekannt. Die mechanische Abreinigung entfällt. Sie erfolgt stattdessen durch ein Besprühen der Niederschlagselektrode mit Wasser. Allerdings haben auch diese Nass-Elektrofilter Nachteile in Bezug auf Bauform und Baugröße und sind technisch aufwendig aufgebaut, woraus hohe Kosten resultieren. Auch erfolgt eine Kondensation von im Abgas enthaltenen Schadstoffen, wodurch sich eine Anreicherung von den Schadstoffen im Umlaufwasser einstellt, ansonsten entsteht ein hoher Wasserbedarf.

[0008] Ein von der japanischen Firma Mitsubishi entwickelter Nassabscheider namens MDDS (Mitsubishi Di-Electric Droplet Scrubber) kombiniert dagegen eine elektrostatische Abscheidung mit einer Nasswäsche, wobei diese in dem dargelegten Verfahren den Dipolcharakter des Wassers nutzt. Das partikelbeladene Abgas wird vor Eintritt in die eigentliche Abscheidekammer voraufgeladen und durch ein Wäscherfeld geleitet. Anschließend durchströmt es eine einem Plattenkondensator ähnliche Kammer, wobei eine Seite der Kammer auf Hochspannung, die andere auf Masse/Erdpotential liegt. Hierdurch wird zwischen den Platten ein homogenes elektrisches Feld erzeugt, wodurch sich die Wassermoleküle (Dipole) ausrichten. Zwischen den sich in der Kammer befindlichen Wassertropfen bilden sich aufgrund dessen ebenfalls elektrische Felder aus, weswegen Staubteilchen und andere im Abgasstrom befindliche Verunreinigungen, die sich zwischen den Wassertropfen befinden, zu den Tropfen hin beschleunigt werden. Dieses Verfahren erlaubt Abscheideraten von 90–99%. Nachteile an diesem Verfahren resultieren aus Bauform und Baugröße sowie daraus, dass man mit diesem Verfahren ohne hohen technischen Aufwand nicht bereits bestehende Wäscher nachrüsten kann.

[0009] Weiterhin sind auch Gewebefilter bekannt. Bei diesen Filtern ist die Oberfläche (Metall-, Textil-, Zellulosegewebe) so feinporig, dass die Staubpartikel

kel zurückgehalten werden. Die Abreinigung erfolgt mechanisch oder pneumatisch. Gewebefilter benötigen viel Platz, die Abreinigung setzt Staub frei, weiterhin ergibt sich ein sehr hoher Druckverlust, daher ist eine hohe zusätzliche Gebläseleistung zur Abführung der Abgase nötig.

[0010] Ebenfalls wird eine Abscheidung der Staubpartikel auch durch Zyklone gelöst. Bei den Zyklonen wird der gröbere Staub durch die Trägheit der Staubpartikel abgeschieden, allerdings erfolgt keine Feinstaubabscheidung und es wird eine höhere Gebläseleistung benötigt.

[0011] Bei ebenfalls bekannten sog. Kondensationsabscheider erfolgt eine geringe Staubabscheidung, die noch dazu abhängig vom Brennstoffwassergehalt und von den Rücklauftemperaturen abhängig ist.

[0012] In der US-PS 1,905,993, der WO 02/085524 A1, der WO 2006/004490 A1, der US 2008/0038173 A1, der US 5 855 652 A und der US 5 601 791 A sind elektrostatische Abscheider für in Gasströmen enthaltene Staubpartikel oder dgl. beschrieben, die über eine Ionisierung und Anlagerung der Staubpartikel an Kollektorelementen eine Reinigung des Gasstromes von den Staubpartikeln bewirken. Zur Abreinigung der Kollektorelemente wird ein periodisch eingesetzter Flüssigkeitsstrom eingesetzt, der die Kollektorelemente benetzt und die dort abgelagerten Staubpartikel abschwemmt und abführt. Der Anlagerungsgrad derartiger Einrichtungen ist prinzipbedingt begrenzt, da die Ablagerungsoberflächen begrenzt und das Ablagerungsverhalten nicht optimal ist. Alle diese Schriften zeigen die Ablagerung von elektrostatisch aufgeladenen Partikeln an einigen wenigen, meist geometrisch besonders einfach gestalteten und entgegengesetzt zu den Partikeln geladenen Oberflächen, typischerweise in Form von ebenen Platten, Röhren oder dgl. Hierzu wird in der Regel der Strom der geladenen Teilchen so auf die gegensätzlich geladenen Oberflächen gerichtet, dass ein möglichst weitgehendes Einfangen der elektrostatisch aufgeladenen Partikel erfolgen kann.

[0013] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die Staubemissionen von Abgasen jeglicher Art und insbesondere von Feststofffeuerungen weiter zu reduzieren und dabei einen langzeitstabilen Betrieb der entsprechenden Anlage zu gewährleisten.

[0014] Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe ergibt sich hinsichtlich des nass abreinigenden Elektrofilters aus den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 in Zusammenwirken mit den Merkmalen des Oberbegriffes. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0015] Die Erfindung geht aus von einem gattungsgemäßen Elektrofilter zur Abgasreinigung und/oder Wärmerückgewinnung, insbesondere auch zur Abgasreinigung für die Abgase von Biomasse-Feuerungen, bei dem der Elektrofilter eine Abscheidekammer aufweist, durch die das Abgas geleitet wird, wobei im Bereich der Abscheidekammer oder angrenzend an die Abscheidekammer eine Aufladeeinrichtung zur elektrostatischen Aufladung von in dem Abgas befindlichen Partikeln angeordnet ist, sowie im Bereich der Abscheidekammer eine entgegen der Ladung der Partikel elektrostatisch aufgeladene oder geerdete Abscheideeinrichtung zur Wechselwirkung mit den Partikeln angeordnet ist, die die von der Aufladeeinrichtung elektrostatisch aufgeladenen Partikel durchströmen, und eine Abgabereinrichtung für Reinigungsflüssigkeit den Bereich der Abscheideeinrichtung zumindest periodisch besprüht und die Reinigungsflüssigkeit die an der Oberfläche der Abscheideeinrichtung angelagerten Partikel abreingt. Ein derartiger Elektrofilter wird dadurch in erfindungsgemäßer Weise weiter entwickelt, dass die Abscheideeinrichtung eine Füllung in Form eines Haufwerks oder einer Schüttung aus elektrostatisch aufladbaren Bestandteilen mit einer im Verhältnis zu ihrem Volumen großen Oberfläche, zwischen denen das Abgas hindurch treten und seine vorher elektrostatisch aufgeladenen Partikel abgeben kann.

[0016] Eine derartige Kombination von Abscheideeinrichtung mit einer großen Oberfläche zur Wechselwirkung mit den Partikeln, einer Abgabereinrichtung zur feuchten Abreinigung der Partikel von der Oberfläche der Abscheideeinrichtung sowie der elektrostatischen Aufladung der Partikel vor dem Durchtreten der Abscheideeinrichtung ermöglicht eine im wesentlichen automatische und auch über einen längeren Zeitraum zuverlässige Betriebsweise des Elektrofilters, auch bei einem hohen Grad an Reinigung von unerwünschten Partikeln. Der erfindungsgemäße Elektrofilter kann dabei zur Reinigung jeglicher Gasströme genutzt werden, die kleine Partikel jeglicher Art mit sich führen, die für die weitere Verarbeitung des Gasstromes oder auch das Ablassen des Gasstromes in die Umwelt von Nachteil sein können. Vereinfachend wird hierbei immer von Abgas und von Partikeln gesprochen, wenn ein derartiger Gasstrom oder entsprechende Partikel gemeint sind, wobei Abgas nicht nur das Abgas eines Verbrennungsprozesses oder dergleichen umschreibt. Der Elektrofilter lädt die Partikel im Abgas dabei mittels Koronaentladung elektrisch auf. Vorteile des erfindungsgemäßen Elektrofilters sind hierbei insbesondere ein einfacher Aufbau sowie eine kompakte Bauweise, ein geringer Strombedarf sowie ein geringer Verbrauch an Reinigungsflüssigkeit bei hoher Reinigungsleistung. Ebenfalls kann durch den geringen Strömungswiderstand ein hoher Volumenstrom bei gleichzeitig hoher Feinstaubabscheidung erreicht werden.

[0017] Weiterhin ist es von Vorteil, wenn die Abscheideeinrichtung eine Füllung aus elektrostatisch aufladbaren Bestandteilen aufweist, zwischen denen das Abgas hindurch treten und seine vorher elektrostatisch aufgeladenen Partikel abgeben kann. Eine derartige Füllung aus elektrostatisch aufladbaren Bestandteilen, insbesondere mit einer im Verhältnis zu ihrem Volumen großen Oberfläche zur Wechselwirkung mit den Partikel, ermöglicht einen hohen Grad an Abscheidung des Feinststaubes, da durch das wiederholte Wechselwirken jedes Partikels mit der großen Oberfläche beim Durchtreten der Füllung für jeden Partikel oft genug Gelegenheit besteht, sich an dieser Oberfläche anzulagern. Eine besonders große Oberfläche der Füllung lässt sich dann erreichen, wenn die Füllung aus einem Haufwerk geometrisch unbestimmt geformter Einzelbestandteile der Füllung gebildet ist. Ein derartiges Haufwerk aus geometrisch unbestimmt geformten Einzelbestandteilen bildet in der Regel für sich schon eine große Oberfläche. Durch die ebenfalls geometrisch unbestimmte Zuordnung der Einzelbestandteile zueinander ergeben sich viele Strömungskanäle zwischen den Einzelbestandteilen, in denen das Abgas immer wieder umgelenkt wird und zusätzlich eine entsprechende Verbesserung der Wechselwirkung der Partikel des Abgases mit der Oberfläche der Einzelbestandteile erreicht wird.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Einzelbestandteile des Haufwerks in einem derartigen Zustand aneinander grenzen, dass sich eine extern an die Abscheideeinrichtung angelegte elektrostatische Aufladung oder Erdung über das ganze Haufwerk verteilt und im wesentlichen alle Einzelbestandteile der Füllung elektrostatisch aufgeladen oder geerdet sind. Hierdurch kann durch den Kontakt jedes Einzelbestandteils mit benachbart angeordneten weiteren Einzelbestandteilen der Füllung die elektrische Ladung oder die Änderung einfach in die Füllung eingekoppelt werden, indem von außen eine entsprechende Kontaktierung erfolgt und sich das elektrische Potenzial über die elektrisch leitenden Einzelbestandteile über die gesamte Füllung hin ausbreitet.

[0019] Besonders vorteilhaft kann die Füllung dadurch ausgestaltet werden, dass die Füllung metallische Späne, insbesondere Drehspäne oder dgl., oder metallische Wollen oder dgl. aufweist. Derartige metallische Späne wie etwa Drehspäne, Hobelspane oder dergleichen weisen üblicherweise eine sehr unregelmäßig geformte Geometrie auf und können in der Füllung nur unter Offenhalten entsprechender Kanäle und Freibereiche kompakt gelagert werden. Gleichzeitig sind diese metallischen Späne oder metallischen Wollen von sich aus elektrisch leitend, so dass sich ein von außen an die Füllung angelegtes elektrisches Potenzial zwangsläufig über die gesamte Füllung ausbreitet. Weiterhin sind derartige metallische Späne oder metallische Wollen sehr kosten-

günstig zu beziehen, da es sich hierbei üblicherweise um Abfallprodukte etwa aus dem Fertigungsbereichen von Metallwerkstätten oder dergleichen handelt und diese Materialien dort in großer Menge anfallen. Hierdurch lässt sich die erfindungsgemäße Füllung sehr kostengünstig erstellen und damit ist die Betriebsweise des Elektrofilters wenig kostenintensiv.

[0020] In einer anderen Ausgestaltung ist es denkbar, dass die Füllung aus einer Schüttung aus elektrostatisch aufladbaren Teilen, vorzugsweise aus elektrostatisch aufladbaren Kunststoffkörpern oder dgl. gebildet ist. Derartige elektrostatisch aufladbare Teile können beispielsweise in ihrer Geometrie unregelmäßig geformt sein und sich damit nur unter Offenhalten entsprechender Kanäle in der Füllung aneinander anlagern, gleichzeitig können etwa aus Kunststoff gebildete und elektrisch leitfähig gemachte Teile sehr kostengünstig hergestellt werden.

[0021] In einer weiteren Ausgestaltung ist es auch denkbar, dass die Füllung aus metallischen und/oder elektrostatisch aufladbaren Platten oder Körpern geometrisch bestimmter Form gebildet ist. Derartige elektrostatisch aufladbare Platten oder Körper geometrisch bestimmter Form werden dabei in ebenfalls geometrisch bestimmter Anordnung zueinander innerhalb der Abscheideeinrichtung angeordnet, wobei in weiterer Ausgestaltung die Platten oder Körper derart in der Abscheideeinrichtung angeordnet sind, dass sie zwischen sich eine Vielzahl von Kanälen zum Durchtritt des Abgases bilden, in denen sich die elektrostatisch geladenen Partikel des Abgases an den gegengleich elektrostatisch geladenen Platten oder Körpern anlagern können. Hierdurch lässt sich ebenfalls eine sehr hohe Oberfläche zur Wechselwirkung mit den Partikeln des Abgases erreichen und damit eine hohe Abscheidungsrate der Partikel aus dem Abgas. Die Reinigung derartiger Platten oder Körper geometrisch bestimmter Form durch die Reinigungsflüssigkeit ist ebenfalls besonders einfach möglich, da sich die Reinigungsflüssigkeit einfach durch die geometrische Anordnung der Platten oder Körper hindurch bewegen kann.

[0022] Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Füllung und/oder die Abscheideeinrichtung unabhängig von dem Rest des Elektrofilters erneuerbar ist, etwa wenn die Füllung und/oder die Abscheideeinrichtung in Form einer in ihrer Gesamtheit austauschbaren Einheit, vorzugsweise einer Patrone oder dgl. in die Abscheidekammer eingebracht werden kann. Hierdurch lässt sich die Füllung entweder komplett erneuern oder einfach einer Reinigung zuführen, ohne dass die Füllung aus der Abscheideeinrichtung nach und nach entfernt und auch entsprechend nach und nach wieder eingeführt werden muss. Hierdurch kann der Wechsel beziehungsweise die Reinigung der Füllung wesentlich beschleunigt werden.

[0023] Von Wichtigkeit ist es insbesondere, dass die Füllung den gesamten Durchtrittsquerschnitt der Abscheidekammer ausfüllt und das gesamte Abgas durch die Füllung strömt. Hierdurch ist eine Umströmung der Füllung ohne Reinigung des Abgasstroms von den Partikeln sicher ausgeschlossen und die Güte der Reinigung des Abgasstromes insgesamt gewährleistet.

[0024] Weiterhin ist es denkbar, dass die Aufladeeinrichtung in Strömungsrichtung vor der Abscheidekammer oder auch in Strömungsrichtung innerhalb der Abscheidekammer vor der Abscheideeinrichtung angeordnet ist. Hierdurch werden die Partikel des Abgasstromes frühzeitig vor dem Durchströmen durch die Abscheideeinrichtung elektrisch oder elektrostatisch aufgeladen, so dass die Partikel besonders gut durch die gegengleich geladene oder geerdete Oberfläche der Abscheideeinrichtung eingefangen werden können.

[0025] Von Vorteil ist es weiterhin, wenn eine Anzahl von Düsen derart in der Abscheidekammer angeordnet ist, dass die Reinigungsflüssigkeit in Form von Sprühstrahlen oder nebelartig auf die Abscheideeinrichtung aufgesprüht wird. Durch das Einsprühen der Reinigungsflüssigkeit in Form von Sprühstrahlen oder Sprühnebel lässt sich eine besonders gute Verteilung der Reinigungsflüssigkeit über das ganze Volumen der Abscheideeinrichtung und damit der Füllung erreichen, so dass jeder Teil der Oberfläche der Füllung beziehungsweise der Abscheideeinrichtung mit der Reinigungsflüssigkeit in Kontakt kommt und damit die dort angelagerten Partikel des Abgases abgereinigt werden können. Die Abreinigung mithilfe der Reinigungsflüssigkeit kann dabei vorzugsweise vollautomatisch periodisch durch einen oder mehrere Sprühwäscher erfolgen. Hierbei kann in weiterer Ausgestaltung die Reinigungsflüssigkeit nach dem Aufsprühen, vorzugsweise unter Schwerkrafteinfluss, im wesentlichen alle Einzelbestandteile der Füllung benetzen und dort angelagerte Partikel des Abgases lösen und abführen. Die auf die Abscheideeinrichtung aufgesprühte Reinigungsflüssigkeit bewegt sich dabei unter Schwerkrafteinfluss durch die Kanäle der Füllung bis zum unteren Ende der Abscheideeinrichtung und tritt dort wieder aus der Füllung aus. Auf diesem Weg benetzt die Reinigungsflüssigkeit nahezu die gesamte Oberfläche der Füllung und nimmt dabei alle angelagerten Partikel aus dem Abgasstrom mit sich. Damit lässt sich eine einfache, kostengünstige und gleichwohl sehr effektive Reinigung der Abscheideeinrichtung beziehungsweise der Füllung erreichen.

[0026] Ebenfalls ist es denkbar, dass die Aufladeeinrichtung in Strömungsrichtung innerhalb der Abscheidekammer hinter den Düsen angeordnet ist. Hierdurch kann die Aufladeeinrichtung durch die von den Düsen abgegebene Reinigungsflüssigkeit gleichzei-

tig und laufend mit abgereinigt werden, so dass sich keine Verkrustungen an der Aufladeeinrichtung bilden können und auch der Einsatz einer Keramik-Zuleitung zu der Aufladeeinrichtung möglich würde.

[0027] Je nach der Art des Abgases kann es von Vorteil sein, wenn die Materialien der Füllung zur Reinigung von aggressiven Abgasen derart ausgestaltet sind, dass die Füllung aus einem elektrochemisch unedleren Material als der Rest der Abscheideeinrichtung besteht und daher als Opferanode wirkt. Hierdurch wird verhindert, dass die Abscheidekammer oder die Hülle der Abscheideeinrichtung durch aggressive Bestandteile aus den Abgasen mit der Zeit korrodiert oder sogar aufgelöst wird, da die Füllung als Opferanode wirkt, dies sich durch den Austausch der Füllung aber nicht nachteilig auswirkt.

[0028] Denkbar ist es weiterhin, dass vor und/oder nach dem Eintritt in die Abscheidekammer ein Wärmetauscher angeordnet ist, in dem die Temperatur des Abgases gesenkt und/oder ein Teil der in dem Abgas enthaltenen Wärmemenge zurückgewonnen wird. Insbesondere bei hohen Abgastemperaturen kann durch Vorschalten oder auch Nachschalten eines Wärmetauschers die Abgastemperatur gesenkt und damit ein Teil der Energie aus dem Abgas zurückgewonnen werden. Zudem kann dadurch die Menge an eingesprühter Flüssigkeit minimiert und eine zu starke Verdunstung der Reinigungsflüssigkeit vermieden werden, wenn die Anordnung des Wärmetauschers vor dem Eintritt in die Abscheidekammer oder die Abscheideeinrichtung erfolgt.

[0029] Weiter es ist von Vorteil, dass die Abscheideeinrichtung nicht nur für Neuanlagen, sondern auch für bestehende Abgasanlagen nachrüstbar gestaltet werden kann.

[0030] Die Erfindung beschreibt weiterhin ein Verfahren zur Abgasreinigung und/oder Wärmerückgewinnung, insbesondere auch zur Abgasreinigung für die Abgase von Biomasse-Feuerungen, bei dem ein Elektrofilter eine Abscheidekammer aufweist, durch die das Abgas geleitet wird, wobei im Bereich der Abscheidekammer oder angrenzend an die Abscheidekammer eine Aufladeeinrichtung zur elektrostatischen Aufladung von in dem Abgas befindlichen Partikeln angeordnet ist. Hierbei können die von der Aufladeeinrichtung elektrostatisch aufgeladenen Partikel durch einen Bereich der Abscheidekammer geleitet werden, in dem eine entgegen der Ladung der Partikel elektrostatisch aufgeladene oder geerdete Abscheideeinrichtung angeordnet ist, wobei der Bereich der Abscheideeinrichtung zumindest periodisch durch eingesprühte Reinigungsflüssigkeit besprüht und die an der Oberfläche der Abscheideeinrichtung angelagerten Partikel abgereinigt werden.

[0031] Von Vorteil ist es insbesondere, wenn die Reinigungsflüssigkeit nach dem Durchtreten der Abscheideeinrichtung aufgefangen oder bei geringer Verschmutzung beim Einsatz von Wasser als Reinigungsflüssigkeit in das Abwassernetz eingeleitet wird. In einer anderen Ausgestaltung ist es auch denkbar, dass die Reinigungsflüssigkeit nach dem Durchtreten der Abscheideeinrichtung aufgefangen und gereinigt oder auch beispielsweise wiederverwendet wird. Je nach Verschmutzungsgrad kann die genutzte Reinigungsflüssigkeit wie etwa Wasser entweder unmittelbar in die Kanalisation eingeleitet oder aber gesammelt und entsorgt werden. Damit entfällt die bei sonstigen trockenen Elektrofiltern erforderliche periodische Reinigung und Entsorgung des Staubes. Die Reinigungsflüssigkeit wird zusammen mit den in ihr gelösten Partikeln aus dem Elektrofilter abgelassen und entweder gesammelt und entsorgt, oder aufbereitet und ins Abwassernetz eingeleitet, oder bei geringerer Belastung auch direkt ins Abwassernetz eingeleitet.

[0032] Denkbar ist es in einer ersten Ausgestaltung, dass das Einsprühen der Reinigungsflüssigkeit in Strömungsrichtung des Abgases durch die Füllung erfolgt. Eine andere denkbare Ausgestaltung sieht vor, dass das Einsprühen der Reinigungsflüssigkeit gegen die Strömungsrichtung des Abgases durch die Füllung erfolgt. Hierdurch lässt sich ein zusätzlicher Gegenstromeffekt erzielen. Ebenfalls ist es denkbar, dass das Einsprühen der Reinigungsflüssigkeit im Kreuzstrom oder auch quer zur Strömungsrichtung des Abgases durch die Füllung erfolgt.

[0033] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Elektrofilters zeigt die Zeichnung.

[0034] Es zeigen:

[0035] Fig. 1 – eine erste Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Elektrofilters mit einem vorgeschalteten Wärmetauscher und aus Spänen bestehenden Füllung im Gegenstrom,

[0036] Fig. 2 – eine Variante des Elektrofilters gemäß Fig. 1 mit gegenläufiger Durchströmungsrichtung,

[0037] Fig. 3 – eine Variante des Elektrofilters gemäß Fig. 1 ohne vorgeschalteten Wärmetauscher,

[0038] Fig. 4 – eine Variante des Elektrofilters gemäß Fig. 1 mit einer aus Platten bestehenden Ausgestaltung der Füllung.

[0039] In der Fig. 1 ist in einer systematischen Darstellung der grundsätzliche Aufbau des erfindungsgemäßen Elektrofilters 1 dargestellt, wobei die Fig. 2 bis Fig. 4 entsprechende Varianten des Elektrofilters 1

gemäß Fig. 1 darstellen. Gleiche Sachnummern bezeichnen hierbei gleiche Bauteile.

[0040] Der Elektrofilter 1 gemäß Fig. 1 besteht im wesentlichen aus zwei voneinander getrennten, über einen Überströmkanal 14 verbundenen Kammern, wobei in der in Strömungsrichtung 11 vorderen Kammer ein Wärmetauscher 7 angedeutet ist, mit dem aus dem Abgasstrom entsprechende Wärmemengen ausgekoppelt werden können. Dieser Wärmetauscher 7 kann, muss aber nicht bei dem erfindungsgemäßen Elektrofilter 1 vorgesehen sein, wie dies beispielsweise aus der Fig. 3 erkennbar wird.

[0041] Nach dem Durchströmen des Wärmetauschers 7 in Strömungsrichtung 11 ist im Bereich des Überströmkanals 14 eine Elektrode 6 angedeutet, mit der in dem Abgasstrom vorhandene Partikel elektrostatisch aufgeladen werden, bevor sie in der Abscheidekammer 2 in den Bereich der Abscheideeinrichtung 12 eintreten und dort in noch nachstehend beschriebener Weise abgeschieden werden. Bei dem Elektrofilter 1 gemäß Fig. 1 wird der Strom des Abgases nach dem Eintreten in den Einlass 9 mehrfach umgelenkt, bevor der Abgasstrom in den Bereich der Abscheideeinrichtung 12 gelangt. Selbstverständlich ist hier auch eine direktere Führung des Abgasstromes ohne diese Umlenkungen denkbar, wie dies ebenfalls aus der Fig. 3 zu erkennen ist.

[0042] Im Bereich der Abscheidekammer 2 ist eine Abscheideeinrichtung 12 aus einer Füllung 3 derart angeordnet, dass sie den gesamten Strömungsquerschnitt in der Abscheidekammer 2 ausfüllt und der Abgasstrom zwangsläufig durch die Abscheideeinrichtung 12 durchtreten muss. Die Füllung der Abscheideeinrichtung 12 kann hierbei beispielsweise aus einer dichten Packung von Spänen oder Wollen aus metallischen Werkstoffen oder dergleichen bestehen, zwischen denen entsprechende Strömungskanäle offen bleiben und damit der Abgasstrom durch die Füllung 3 insgesamt hindurchtreten kann. Nach dem Aufladen der Partikel des Abgasstromes durch die Elektrode 6 haben sich die Partikel derart verändert, dass sie sich bei einer Erdung der Füllung 3 oder bei einer gegengleichen Polarität der Füllung 3 zu der Polarität der Partikel an die Späne der Füllung 3 anlagern können und dort aufgrund elektrischer Anziehungskräfte festgehalten werden. Somit wirkt die Füllung 3 aufgrund ihrer elektrischen Ladung und der Durchströmung des Abgasstromes wie eine Art Filter für die Partikel des Abgasstromes, die im wesentlichen innerhalb der Füllung 3 aufgefangen und zurückgehalten werden.

[0043] Würde sich beim Betrieb des Elektrofilters 1 diese Durchströmung der Füllung 3 über einen gewissen Zeitraum hin fortsetzen, so würde die Füllung 3 sich mit der Zeit zusetzen und nicht mehr durchlässig sein. Zur Vermeidung dieses Effektes wird oberhalb

der Füllung **3** der Abscheideeinrichtung **12** eine Düse **5** derart angeordnet, dass sie eine Reinigungsflüssigkeit wie etwa Wasser in Form eines Sprühfeldes **4** in Richtung auf die Abscheideeinrichtung **12** abgibt und diese Reinigungsflüssigkeit unter Schwerkraftwirkung durch die Füllung **3** der Abscheideeinrichtung **12** hindurch fließt und am unteren Ende der Abscheideeinrichtung **12** wieder austritt. Auf dem Weg durch die Füllung **3** wird die Reinigungsflüssigkeit die in der Füllung **3** zurückgehaltenen Partikel von der Füllung **3** abwaschen und damit die Füllung **3** abreinigen und die Partikel über die Kanäle zwischen den zum Beispiel Spänen der Füllung **3** mit sich fortschwemmen. Nach dem Austreten aus der Füllung **3** fließt die Reinigungsflüssigkeit in den unteren Bereich des Elektrofilters **1** und kann über die Abläufe **8** aus dem Elektrofilter **1** austreten. Hier kann die Reinigungsflüssigkeit beispielsweise wieder aufgefangen und gereinigt wieder der Düse **5** zugeführt werden, ebenfalls ist es denkbar, etwa bei Verwendung von Wasser als Reinigungsflüssigkeit die Reinigungsflüssigkeit direkt oder nach einer Abreinigung der Partikel dem Abwassersystem zuzuführen.

[0044] Nach dem Durchtreten der Abscheideeinrichtung **12** und des Sprühfeldes **4**, in dem noch einmal eine gewisse Restreinigung des Abgasstromes von verbliebenen Partikeln erfolgen wird, tritt der gereinigte Abgasstrom in Strömungsrichtung **11** aus dem Auslass **10** wieder aus.

[0045] In **Fig. 2** ist eine Modifikation des Elektrofilters **1** der **Fig. 1** insofern dargestellt, dass die Durchströmungsrichtung **11** des Abgasstromes durch den Elektrofilter **1** umgekehrt verläuft und der Abgasstrom in Richtung der Sprühwirkung der Düse für das Sprühfeld **4** die Abscheideeinrichtung **12** durchtritt. Ansonsten bleibt die Funktion des Elektrofilters **1** wie schon beschrieben.

[0046] In **Fig. 3** ist eine Modifikation des Elektrofilters **1** der **Fig. 1** insofern dargestellt, dass der Elektrofilter **1** ohne einen Wärmetauscher **7** ausgebildet ist und daher im wesentlichen nur aus der Abscheidekammer **12** mit der darin angeordneten Abscheideeinrichtung **12** besteht. Auch hier ist die Funktion analog zu dem in Strömungsrichtung **11** hinteren Teil des Elektrofilters **1** der **Fig. 1**.

[0047] In **Fig. 4** ist eine Modifikation des Elektrofilters **1** der **Fig. 1** insofern zu erkennen, dass die Füllung **3** der Abscheideeinrichtung **12** nicht mehr aus geometrisch unbestimmten Bestandteilen wie etwa Spänen besteht, sondern aus einer parallelen Anordnung von einzelnen Platten **13** besteht, die zwischen sich entsprechend schmale Kanäle zum Durchtreten des Gasstromes des Abgases offen lassen. Hierbei sind die Platten **13** analog zu den Spänen der Füllung **3** elektrisch geladen oder geerdet und Wechselwirken in schon beschriebener Weise mit den Parti-

keln des Abgases. Durch die große Oberfläche der Platten **13** können sich entsprechend viele Partikel auf den Oberflächen der Platten **13** beim Durchtreten der Abscheideeinrichtung **12** der **Fig. 4** ablagern und in schon beschriebener Weise durch das Sprühfeld **4** wieder abgereinigt werden.

Bezugszeichenliste

1	Elektrofilter
2	Abscheidekammer
3	Füllung
4	Sprühfeld
5	Düse
6	Elektrode
7	Wärmetauscher
8	Ablauf
9	Einlass
10	Auslass
11	Strömungsrichtung
12	Abscheideeinrichtung
13	Platten
14	Überströmkanal

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 1905993 [0012]
- WO 02/085524 A1 [0012]
- WO 2006/004490 A1 [0012]
- US 2008/0038173 A1 [0012]
- US 5855652 A [0012]
- US 5601791 A [0012]

Schutzansprüche

1. Elektrofilter (1) zur Abgasreinigung und/oder Wärmerückgewinnung, insbesondere auch zur Abgasreinigung für die Abgase von Biomasse-Feuerungen, bei dem der Elektrofilter (1) eine Abscheidekammer (2) aufweist, durch die das Abgas geleitet wird, wobei im Bereich der Abscheidekammer (2) oder angrenzend an die Abscheidekammer (2) eine Aufladeeinrichtung (6) zur elektrostatischen Aufladung von in dem Abgas befindlichen Partikeln angeordnet ist, sowie im Bereich der Abscheidekammer (2) eine entgegen der Ladung der Partikel elektrostatisch aufgeladene oder geerdete Abscheidereinrichtung (12) zur Wechselwirkung mit den Partikeln angeordnet ist, die Abscheidereinrichtung (12) von den von der Aufladeeinrichtung (6) elektrostatisch aufgeladenen Partikeln durchströmbar ist, und eine Abgabereinrichtung (5) für Reinigungsflüssigkeit derart angeordnet ist, dass der Bereich der Abscheidereinrichtung (12) zumindest periodisch besprühbar ist und die Reinigungsflüssigkeit die an der Oberfläche der Abscheidereinrichtung (12) angelagerten Partikel abreinigt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abscheidereinrichtung (12) eine Füllung (3) in Form eines Haufwerks oder einer Schüttung aus elektrostatisch aufladbaren Bestandteilen mit einer im Verhältnis zu ihrem Volumen großen Oberfläche aufweist, zwischen denen das Abgas hindurch tritt und seine vorher elektrostatisch aufgeladenen Partikel abgibt, wobei die Einzelbestandteile des Haufwerks oder der Schüttung in einem derartigen Zustand aneinander grenzen, dass sich eine extern an die Abscheidereinrichtung (12) angelegte elektrostatische Aufladung oder Erdung über das ganze Haufwerk oder die Schüttung verteilt und im wesentlichen alle Einzelbestandteile der Füllung (3) elektrostatisch aufgeladen oder geerdet sind.

2. Elektrofilter (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Füllung (3) aus einem Haufwerk geometrisch unbestimmt geformter Einzelbestandteile der Füllung (3) gebildet ist.

3. Elektrofilter (1) gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Füllung (3) metallische Späne, insbesondere Drehspäne, oder metallische Wolken aufweist.

4. Elektrofilter (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Füllung (3) aus einer Schüttung aus elektrostatisch aufladbaren Teilen aus elektrostatisch aufladbaren Kunststoffkörpern gebildet ist.

5. Elektrofilter (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Füllung (3) und/oder die Abscheidereinrichtung (12) unabhängig von dem Rest des Elektrofilters (1) erneuerbar ist.

6. Elektrofilter (1) gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Füllung (3) und/oder die Abscheidereinrichtung (12) in Form einer in ihrer Gesamtheit austauschbaren Einheit, vorzugsweise einer Patrone oder dgl. in die Abscheidekammer (2) einbringbar ist.

7. Elektrofilter (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Füllung (3) den gesamten Durchtrittsquerschnitt der Abscheidekammer (2) ausfüllt, wodurch das gesamte Abgas durch die Füllung (3) strömt.

8. Elektrofilter (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufladeeinrichtung (6) in Strömungsrichtung (11) vor der Abscheidekammer (2) angeordnet ist.

9. Elektrofilter (1) gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufladeeinrichtung (6) in Strömungsrichtung (11) innerhalb der Abscheidekammer (2) vor der Abscheidereinrichtung (12) angeordnet ist.

10. Elektrofilter (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Anzahl von Düsen (5) derart in der Abscheidekammer (2) angeordnet ist, dass die Reinigungsflüssigkeit in Form von Sprühstrahlen (4) oder nebelartig auf die Abscheidereinrichtung (12) aufgesprüht wird.

11. Elektrofilter (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufladeeinrichtung (6) in Strömungsrichtung (11) innerhalb der Abscheidekammer (2) hinter den Düsen (5) angeordnet ist.

12. Elektrofilter (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgabereinrichtung (5) für Reinigungsflüssigkeit derart angeordnet ist, dass im wesentlichen alle Einzelbestandteile der Füllung durch die Reinigungsflüssigkeit nach dem Aufsprühen, vorzugsweise unter Schwerkrafteinfluss, (3) benetzbar sind, wodurch die Reinigungsflüssigkeit dort angelagerte Partikel des Abgases löst und abführt.

13. Elektrofilter (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Materialien der Füllung (3) zur Reinigung von aggressiven Abgasen derart ausgestaltet sind, dass die Füllung (3) aus einem elektrochemisch unedleren Material als der Rest der Abscheidereinrichtung (12) besteht und daher als Opferanode wirkt.

14. Elektrofilter (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor und/oder nach dem Eintritt in die Abscheidekammer (2) ein Wärmetauscher (7) angeordnet ist, in dem die Temperatur des Abgases gesenkt und/oder ein Teil

der in dem Abgas enthaltenen Wärmemenge zurückgewonnen wird.

15. Elektrofilter (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abscheideeinrichtung (12) derart ausgebildet ist, dass bestehende Abgasanlagen mit der Abscheideeinrichtung (12) nachrüstbar sind.

16. Elektrofilter (1) zur Abgasreinigung und/oder Wärmerückgewinnung, insbesondere auch zur Abgasreinigung für die Abgase von Biomasse-Feuerungen, bei dem der Elektrofilter (1) eine Abscheidekammer (2) aufweist, durch die das Abgas geleitet wird, wobei im Bereich der Abscheidekammer (2) oder angrenzend an die Abscheidekammer (2) eine Aufladeeinrichtung (6) zur elektrostatischen Aufladung von in dem Abgas befindlichen Partikeln angeordnet ist, sowie im Bereich der Abscheidekammer (2) eine entgegen der Ladung der Partikel elektrostatisch aufgeladene oder geerdete Abscheideeinrichtung (12) zur Wechselwirkung mit den Partikeln angeordnet ist, die Abscheideeinrichtung (12) von den von der Aufladeeinrichtung (6) elektrostatisch aufgeladenen Partikeln durchströmbar ist, und eine Abgabereinrichtung (5) für Reinigungsflüssigkeit derart angeordnet ist, dass der Bereich der Abscheideeinrichtung (12) zumindest periodisch besprühbar ist und die Reinigungsflüssigkeit die an der Oberfläche der Abscheideeinrichtung (12) angelagerten Partikel abreinigt. **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abscheideeinrichtung (12) eine Schüttung von metallischen und/oder elektrostatisch aufladbaren Körpern geometrisch bestimmter Form aufweist, zwischen denen sich eine Vielzahl von Kanälen zum Durchtritt des Abgases bilden, in denen sich die elektrostatisch geladenen Partikel des Abgases an den gegengleich elektrostatisch geladenen Körpern anlagern, wobei die aufladbaren Körper geometrisch bestimmter Form in einem derartigen Zustand aneinander grenzen, dass sich eine extern an die Abscheideeinrichtung (12) angelegte elektrostatische Aufladung oder Erdung über alle aufladbaren Körper geometrisch bestimmter Form verteilt und im wesentlichen alle Einzelbestandteile der Füllung (3) elektrostatisch aufgeladen oder geerdet sind.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

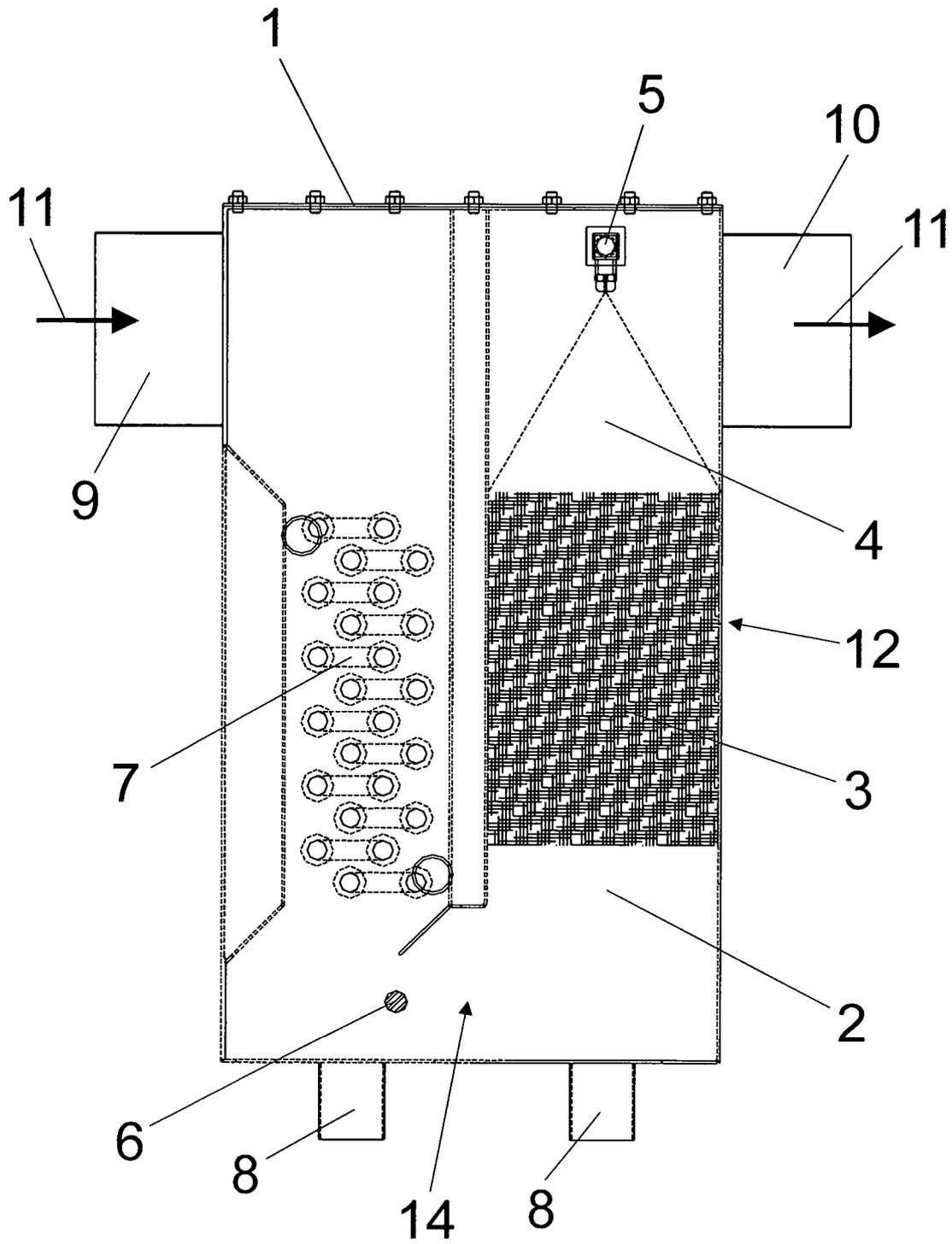


Fig. 1

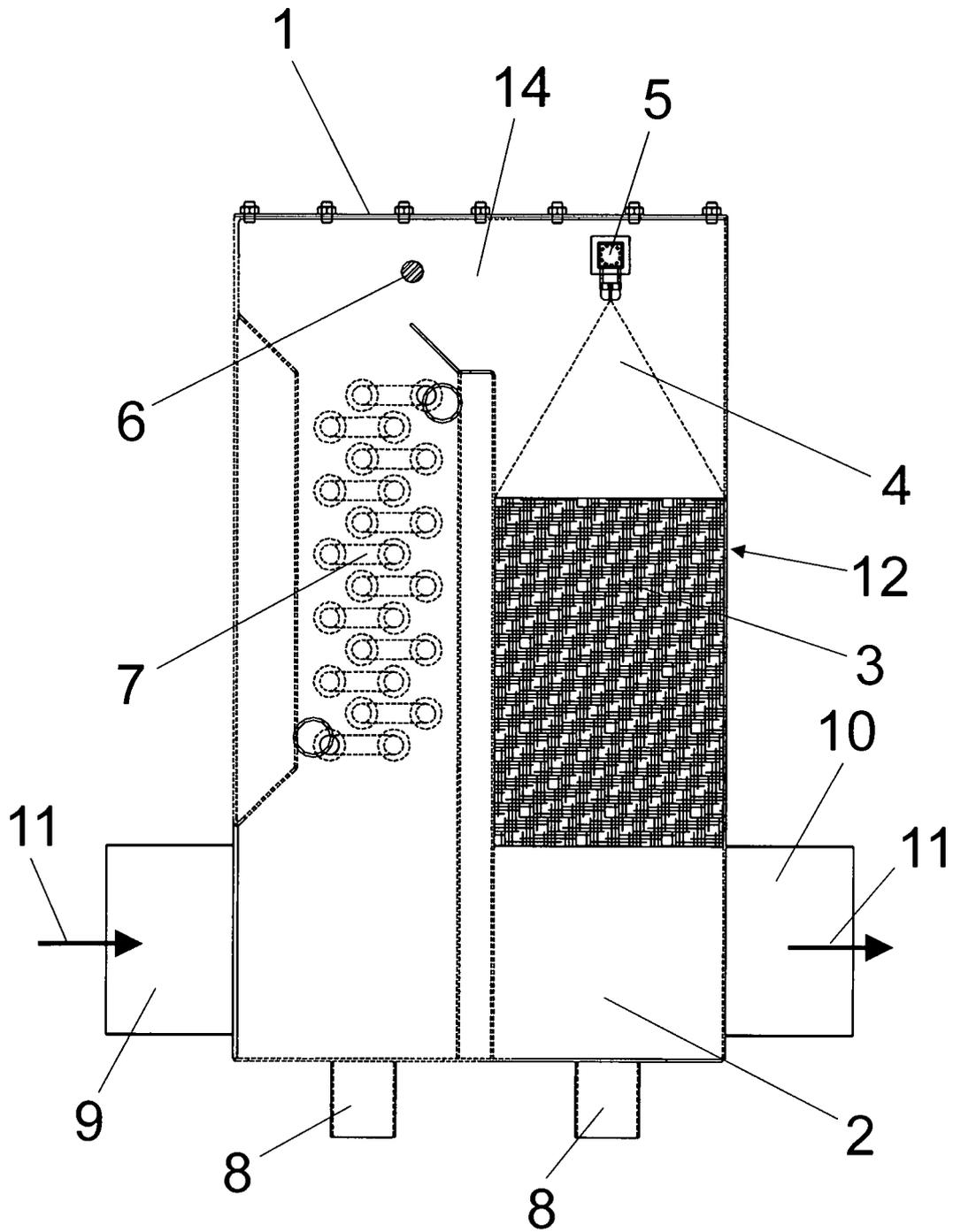


Fig. 2

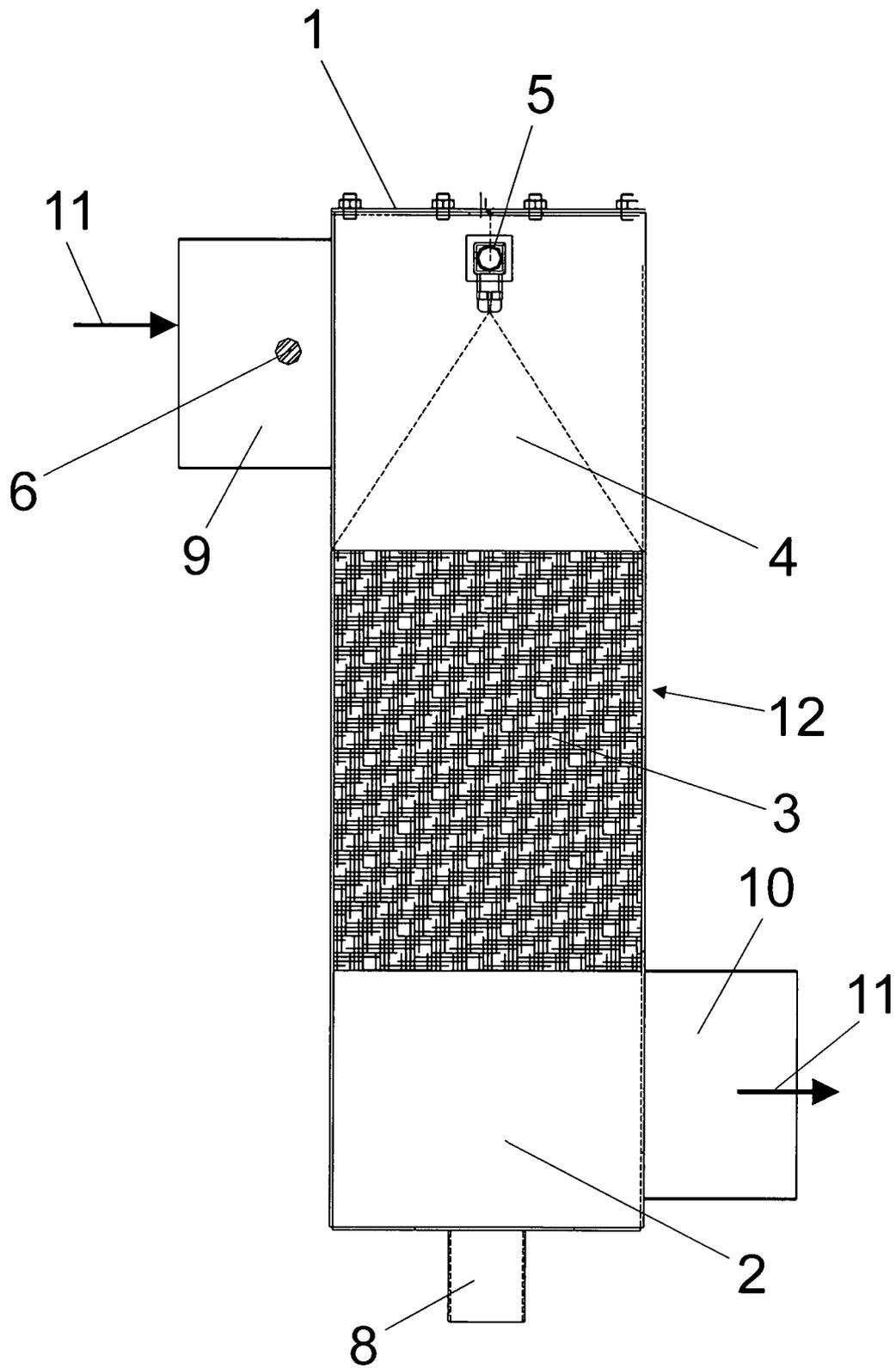


Fig. 3

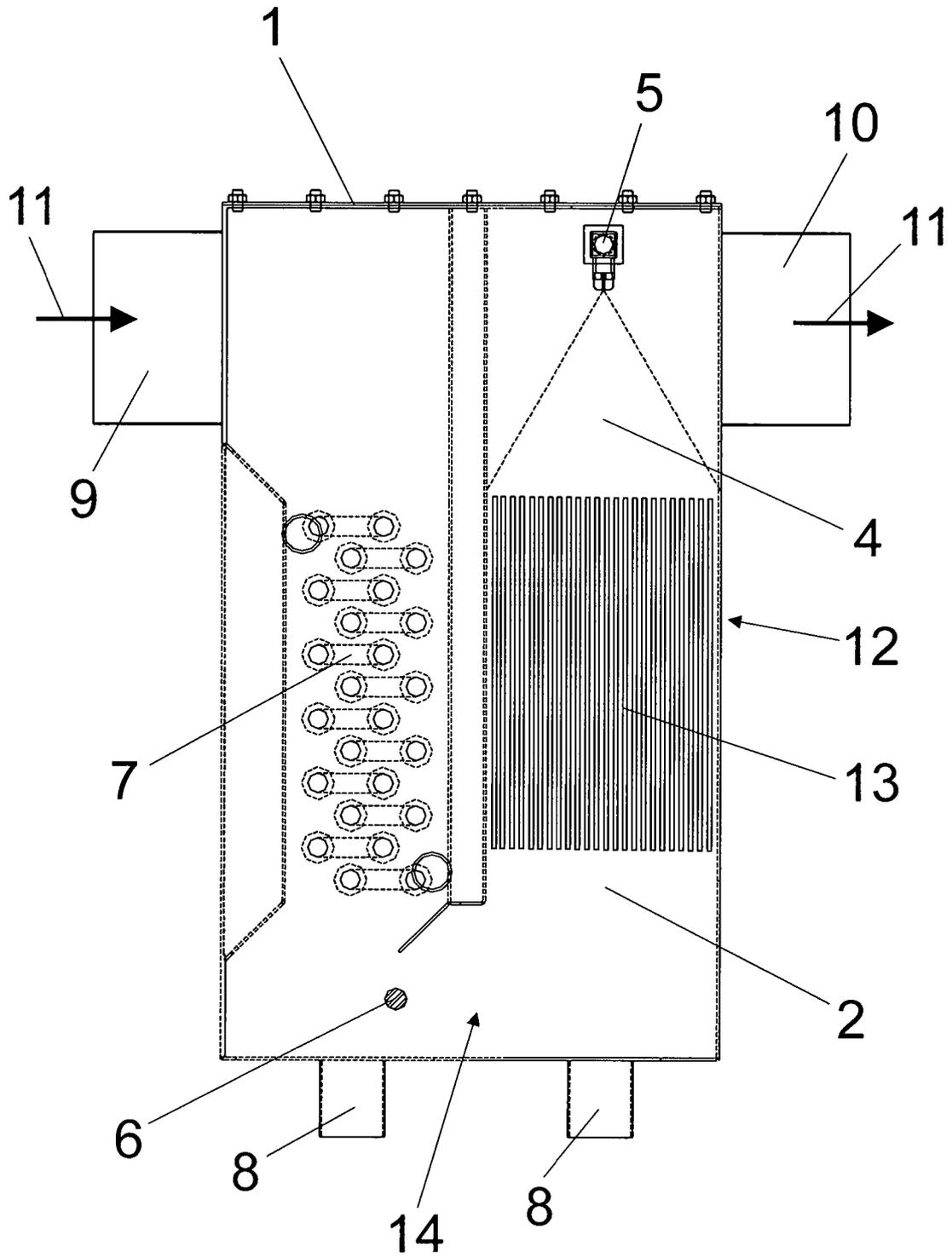


Fig. 4