



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 721 135 A1**

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteiner Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **B03C 3/60 (2006.01)**
F23J 15/02 (2006.01)
B03C 3/45 (2006.01)
B03C 3/41 (2006.01)

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 001031/2023

(71) Anmelder:
OekoSolve AG, Schmelziweg 2
8889 Plons (CH)

(22) Anmeldedatum: 19.09.2023

(72) Erfinder:
Daniel Jud, 8889 Plons (CH)
Trpimir Brzovic, 8889 Plons (CH)
Josef Wüest, 5210 Windisch (CH)
Tom Strebel, 5210 Windisch (CH)
Beat Müller, 8889 Plons (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.03.2025

(74) Vertreter:
Swisspat Riederer Hasler Patentanwälte AG,
Elestastrasse 8
7310 Bad Ragaz (CH)

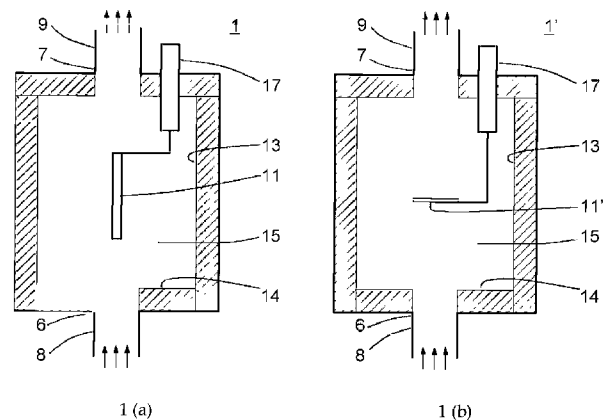
(54) **Abgasreinigungseinrichtung und Holzfeuerungsanlage mit einer Abgasreinigungseinrichtung**

(57) Dargestellt und beschrieben ist eine Abgasreinigungseinrichtung (1, 1'), insbesondere zur Reinigung von Abgasen aus mit Holz betriebenen Feuerstätten. Die Abgasreinigungseinrichtung ist als elektrostatischer Partikelabscheider ausgeführt, wobei der elektrostatische Partikelabscheider einen Abscheideraum (15) aufweist, wobei im Abscheideraum (15) wenigstens eine erste Elektrode (11, 11'), welche vorzugsweise als Sprühelektrode ausgelegt ist, und eine zweite Elektrode (13, 14), welche als Gegenelektrode ausgelegt ist, angeordnet sind, wobei der Abscheideraum (15) zwecks Durchleitung eines Abgasstroms, insbesondere eines Abgasstroms einer mit Holz betriebenen Feuerstätte, eine Abgaseintrittsöffnung (6) und eine Abgasaustrittsöffnung (7) aufweist.

Erfindungsgemäss ist vorgesehen, dass zumindest eine der Elektroden katalytisch ausgeführt ist, d.h. zum Beispiel aus katalytischem Material gefertigt oder katalytisch beschichtet ist.

Erfindungsgemäss ist alternativ oder zusätzlich vorgesehen, dass die Abgasreinigungseinrichtung wenigstens mit einem Filter und einem Bypass ausgestattet ist. Als Filter ist vorzugsweise ein Abgaskatalysator eingesetzt.

Die Erfindung betrifft auch eine Holzfeuerungsanlage mit der Abgasreinigungseinrichtung.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine Abgasreinigungseinrichtung, insbesondere geeignet zur Reinigung von Abgasen aus mit Holz betriebenen Feuerstätten, gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 und des Anspruchs 9. Die Erfindung betrifft zudem eine Holzfeuerungsanlage mit einer Abgasreinigungseinrichtung gemäss Anspruch 16.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Mit Holz betriebene Feuerstätten emittieren erfahrungsgemäss mit Kohlenmonoxid (CO), Russ und anderen Schadstoffen beladene Abgase, welche zur Umweltverschmutzung beitragen. Um diese Emissionen zu reduzieren, werden bisher elektrostatische Partikelabscheider (ESP) zur Reduktion des Feinstaubes eingesetzt und/oder Oxidations-Katalysatoren zur Reduktion von schädlichen Gasen wie CO oder anderen Kohlenwasserstoffverbindungen.

[0003] Abgasreinigungsverfahren, bei denen elektrostatische Partikelabscheider eingesetzt werden, sind sehr effiziente Verfahren, um Partikel aus dem Abgas zu reduzieren. In der Patentschrift EP 2 501 480 B1 ist zum Beispiel eine elektrostatische Feinstaubfilteranlage beschrieben, die sich insbesondere zur Abgasreinigung von Feueranlagen eignet. Eine derartige elektrostatische Feinstaubfilteranlage funktionieren im Wesentlichen wie folgt: Feinstaubpartikel strömen mit der Abluft durch den Abgaskanal. Durch eine Hochspannungselektrode, welche im Abgaskanal und damit in der Abluftströmung angeordnet ist, werden Elektronen durch Koronaentladung freigesetzt. Die Elektronen bewegen sich durch elektrostatische Kräfte von der Hochspannungselektrode zur Gegenelektrode, welche z.B. als Abgaskanalwand ausgeführt ist. Dabei werden die im Abluftstrom enthaltenen Feinstaubpartikel geladen und ebenfalls zur Gegenelektrode bewegt. Der Feinstaub sammelt sich dadurch an der Gegenelektrode bzw. Abgaskanalwand an und bildet dort durch Agglomeration Grobstaub. Diese Ablagerungen werden üblicherweise durch eine mechanischen Reinigung automatisch oder manuell durch den Kaminkehrer oder Betreiber entfernt.

[0004] Wenn die Partikel wegen unvollständiger Verbrennung russ- oder teerförmig sind, was bei manuell beschickten Holzfeuerungen der Fall sein kann, können elektrostatische Partikelabscheider nach längerer Betriebszeit Probleme verursachen, wie z.B. Ausflockung in die nähere Umgebung oder Kaminbrände. Das Ausflocken kommt daher, dass ruschaltige Ablagerungen an Oberflächen sehr schlecht haften und daher als Russflocken vom Abgasstrom wieder aufgenommen, mitgezogen und über den Kamin ausgestossen werden und somit die nähere Umgebung verschmutzen. Kaminbrände sind unter anderem die Folge von Teerablagerungen im Kamin.

[0005] Es ist bekannt, dass Russ- und Teerpartikel an einer katalytischen Oberfläche bei genügend Sauerstoff und genügend hoher Temperatur verbrannt bzw. oxidiert werden können. Dieser Umstand wird z.B. in Abgaskatalysatoren oder Russpartikelfiltern ausgenutzt. Abgaskatalysatoren oder Russpartikelfilter können sowohl in Motorfahrzeugen, insbesondere Dieselfahrzeugen, wie auch bei der Holzfeuerung, eingesetzt werden.

[0006] Der Umstand, dass sich mittels einer katalytischen Oberfläche auch organische Ablagerungen, insbesondere Fette, beseitigen lassen, wird in der katalytische Backofenreinigung genutzt. Dazu wird der Backofen kurzzeitig auf die erforderliche Temperatur gebracht, wodurch Speisereste, wie Fettspritzer, restlos verbrannt werden.

[0007] In Katalysatorstrukturen können Russ und teerförmige Partikel bei ungünstigen Temperaturbedingungen jedoch zu unerwünschten Ablagerungen und damit zum Verstopfen der Katalysatoren-Kanäle führen.

[0008] Abgassysteme mit einer Kombination von elektrostatischem Partikelabscheider (ESP) und Katalysator sind bekannt, insbesondere auch für die Holzfeuerung, z.B. erhältlich von DROOFF oder skantherm® mit dem elektrostatischen Partikelabscheider OekoTube®, wie er in der Patentanmeldung EP 2 501 480 A1 beschrieben ist. Dabei ist der Katalysator im Abgasfluss meist an erster Stelle, wo er von der hohen Temperatur der Abgase profitieren kann. Damit sollen CO, Kohlenwasserstoffe und teilweise auch Russ vermindert werden (durch katalytische Oxidation). Sofern ein Katalysator verwendet wird, besteht immer die Möglichkeit einer Verstopfung.

[0009] Weitere Beispiele für derartige Systeme mit vorgeschaltetem Katalysator sind z.B. in Entwicklung elektrostatischer und katalytischer Emissionsminderungsmaßnahmen an ausgewählten Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen (4. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen, 7. März 2013, Straubing, DBFZ, Mirjam Matthes) beschrieben.

[0010] Die Patentschrift US 3,558,286 z.B. zeigt eine Apparatur für Dieselfahrzeuge zur Entfernung unerwünschter gasförmiger Komponenten und mitgerissener Partikel aus Fahrzeugabgasen, welche eine Kombination aus einem elektrodynamischen Abscheider und einem Katalysator beinhaltet. Bei dieser Lösung durchfließt das Abgas erst den elektrodynamischen Abscheider, um das Abgas von Partikeln zu reinigen, und danach den Katalysator, um unerwünschten gasförmigen Komponenten umzuwandeln und damit das zuvor von Partikeln gereinigte Abgas zusätzlich von schädlichen Gasen zu reinigen.

[0011] Der bekannte Stand der Technik liefert keine Lösung zur Vermeidung des Problems der Ausflockung und Teerbildung bei mit elektrostatischem Partikelabscheider (ESP) ausgestatteten Holzfeuerungsanlagen.

AUFGABE

[0012] Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Abgasreinigungsvorrichtung und ein Abgasreinigungsverfahren bereitzustellen, bei welchen das Problem der Ausflockung und Teerbildung nicht auftritt oder geringer ist als bei bekannten Abgasreinigungssystemen mit elektrostatischem Partikelabscheider. Insbesondere ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Abgasreinigungsvorrichtung und ein Abgasreinigungsverfahren bereitzustellen, das in Bezug auf die Abgasreinigung mit herkömmlichem elektrostatischem Partikelabscheider verbesserte Abgaswerte aufweist, insbesondere in Bezug auf Ausflockung und/oder Teerbildung. Insbesondere soll das Mitreissen von Russ im Abgasstrom bzw. Probleme die sich daraus ergeben reduziert werden und soll das Risiko von Kaminbränden reduziert werden.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0013] Die Erfindung bezieht sich auf eine Abgasreinigungseinrichtung gemäss Anspruch 1, welche zur Reinigung von Abgasen aus mit Holz betriebenen Feuerstätten besonders geeignet ist. Die Abgasreinigungseinrichtung ist als elektrostatischen Partikelabscheider zur Anordnung in einem Abgasstrom, insbesondere in einem Abgasstrom einer mit Holz betriebenen Feuerstätte ausgeführt, wobei die Abgasreinigungseinrichtung einen Abscheideraum aufweist, wobei im Abscheideraum wenigstens eine erste Elektrode, welche vorzugsweise als Sprühelektrode ausgelegt ist, und wenigstens eine zweite Elektrode, welche als Gegenelektrode ausgelegt ist, angeordnet sind, und wobei der Abscheideraum zwecks Durchleitung eines Abgasstroms, insbesondere eines Abgasstrom einer mit Holz betriebenen Feuerstätte, eine Abgaseintrittsöffnung und eine Abgasaustrittsöffnung an vorzugsweise gegenüberliegenden Seiten des Abscheideraums aufweist. Erfindungsgemäss ist vorgesehen, dass zumindest eine der Elektroden katalytisch ausgeführt ist, d.h. zum Beispiel aus katalytischem Material gefertigt oder katalytisch beschichtet ist.

[0014] Die beschriebene Abgasreinigungseinrichtung weist den besonderen Vorteil auf, dass Russ und gegebenenfalls Teer, die sich aufgrund der elektrostatischen Partikelabscheidung auf den Elektroden und anderen Oberflächen sammeln, auf diesen verbrannt bzw. oxidiert werden, wenn diese katalytisch ausgeführt sind. Dies hat den weiteren Vorteil, dass über die Zeit insgesamt weniger Russ und gegebenenfalls Teer auf den katalytischen Elektrodenoberflächen verbleibt und damit insbesondere auch das Problem der Ansammlung von Russ und dessen nachfolgende Ausflockung in die nähere Umgebung vermindert wird. Die Ausflockung, welche aus der erfindungsgemässen Abgasreinigungsvorrichtung in die Umgebung entweicht, ist also geringer als bei einer Anlage, deren Elektroden, insbesondere deren Gegenelektrode, nicht katalytisch ausgeführt sind. Dies hat zudem den zusätzlichen Vorteil, dass eventuell nachgeschaltete Katalysatoren deutlich weniger Gefahr laufen durch Russ verstopft zu werden.

[0015] Die im Folgenden angeführten vorteilhaften Ausführungsvarianten führen allein oder in Kombination miteinander zu weiteren Verbesserungen der Abgasreinigungseinrichtung.

[0016] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Gegenelektrode katalytisch ausgeführt ist.

[0017] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Sprühelektrode katalytisch ausgeführt ist.

[0018] In einer besonders bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Sprühelektrode und die Gegenelektrode katalytisch ausgeführt sind.

[0019] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass zumindest Oberflächenanteile der Gegenelektrode, welche der Sprühelektrode zugewandt sind, katalytisch ausgeführt sind.

[0020] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Sprühelektrode und die Gegenelektrode zwecks Erzeugung eines elektrischen Feldes an eine Feldionisationsquelle, insbesondere an eine Spannungsquelle, angeschlossen bzw. anschliessbar sind.

[0021] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Gegenelektrode als Abscheideelektrode dient, insbesondere dass die Gegenelektrode geerdet ist. Die Sprühelektrode ist gegenüber der Gegenelektrode zweckmässigerweise negativ gepolt.

[0022] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Sprühelektrode eine Hochspannungselektrode ist, bevorzugt mit einer Spannungsquelle im Bereich von 3 kV - 100 kV.

[0023] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass diese mit einer Heizung ausgerüstet ist zur Beheizung der katalytisch ausgeführten Elektroden, z.B. zur Beheizung auf eine Temperatur im Bereich von 100°C bis 500°C, die genügend hoch ist, dass während des Betriebs auf den katalytisch ausgeführten Elektroden abgeschiedene Partikel, insbesondere Russ- oder Teerpartikel, abbrennen.

[0024] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die katalytisch ausgeführte Elektrode bzw. Elektroden Materialien beinhalten, insbesondere Oberflächen aus Materialien aufweisen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Edelmetallen, insbesondere Gold, Platin und Palladium, anderen Metallen, keramischen Materialien, insbesondere Oxide, z.B. Cerdioxid (CeO_2), Vanadiumpentoxid (V_2O_5), Eisen(III)-oxid (Fe_2O_3), Lanthanoxid (La_2O_3), Titandioxid (TiO_2) und Zirconiumdioxid (ZrO_2), Salzen, insbesondere Kaliumsalze (K_2CO_3) und Kombinationen davon.

[0025] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die katalytisch ausgeführte Elektrode bzw. Elektroden, insbesondere deren Oberflächen aus Schaum-Materialien, z.B. Keramikschaum, Metallschaum oder polymeren Schaumstoffen gefertigt sind, die selbst katalytisch wirken oder eine katalytisch wirkende Beschichtung aufweisen. Als Schaummaterialien sind Schaumkeramik, z.B. im Wesentlichen bestehend aus der Gruppe beinhaltend Siliciumcarbid, Aluminiumoxid, Cordierit, Zirkoniumoxid oder Kombinationen davon, oder metallischer Schaum, z.B. im Wesentlichen bestehend aus Edelstahl oder FeCrAl bevorzugt.

[0026] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Sprühelektrode im Wesentlichen aus einem Schaummaterial gefertigt ist das gegebenenfalls katalytisch beschichtet sein kann, insbesondere z.B. ein Schaummaterial aus einer Schaumkeramik, z.B. im Wesentlichen bestehend aus einem Material der Gruppe beinhaltend Siliciumcarbid, Aluminiumoxid, Cordierit, Zirkoniumoxid oder Kombinationen davon, oder aus einem metallischen Schaum, z.B. bestehend aus Edelstahl oder FeCrAl. Besonders bevorzugt sind elektrisch leitende Schaumkeramiken.

[0027] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Sprühelektrode scheibenförmig ausgeführt ist, wobei eine Schaumkeramikscheibe als Sprühelektrode besonders bevorzugt ist.

[0028] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die scheibenförmige Sprühelektrode im Wesentlichen im Abgasstrom und im Wesentlichen quer zum Abgasstrom angeordnet ist.

[0029] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass dem Abscheideraum im Abgasstrom ein Filter vor und/oder nachgeschaltet ist und optional ein Bypass um den Filter oder um den Filter und den Abscheideraum geführt ist.

[0030] In einer vorteilhaften Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass diese einen dem Abscheideraum nachgeschalteten Filter beinhaltet. Ein nachgeschalteter Filter wirkt sich dadurch positiv aus, dass er Grobstaub zurückhalten kann. Es entsteht also weniger bis keine Ausflockung in der Umgebung der Holzfeueranlage. Nachteilig ist dabei jedoch, dass der Filter bei tiefen Temperaturen aufgrund dieses Grobstaubs verstopfen kann. Bei einem nachgeschalteten Filter ist eine aktive Abreinigung der Elektroden (zum Beispiel mechanisch oder thermisch) relativ einfach durchführbar, da das von den Elektroden entfernte Material nach unten abfällt (idealerweise zurück in den Brennraum) ohne den Filter zu verschmutzen, da dieser bei einer nachgeschalteten Anordnung oberhalb der Elektroden angeordnet ist.

[0031] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass der oder die Filter gasdurchlässige Katalysatoren, d.h. Abgaskatalysatoren, sind.

[0032] In einer vorteilhaften Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass diese einen dem Abscheideraum vorgeschalteten Filter beinhaltet. Ein vorgeschalteter Filter ist der Feuerstelle näher und daher hat dieser tendenziell eine höhere Temperatur als in einer nachgeschalteten Anordnung. Dies kann besonders vorteilhaft sein, wenn der Filter als gasdurchlässiger Katalysator ausgeführt ist, da der Katalysator aufgrund der vorgeschalteten Anordnung schneller die Betriebstemperatur erreicht.

[0033] Um eine bessere Funktion der katalytischen Umsetzung von Gasen, insb. CO, zu erreichen kann ein Heizelement zur Beheizung des Filters, insbesondere wenn dieser als gasdurchlässiger Katalysator ausgeführt ist, vorgesehen sein. Eine solche Heizung könnte z.B. periodisch zur Abreinigung des Filterelements verwendet werden. Obschon ein Filter Vorteile bringt, werden Ausführungen ohne Filter bevorzugt, denn dann besteht die Problematik der Verstopfung und der damit einhergehenden Ausfälle der Abgasreinigungseinrichtung nicht. Auch ist dann kein Bypass nötig, wodurch der Aufbau einer Abgasreinigungseinrichtung einfach und kostengünstig gehalten werden kann.

[0034] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Sprühelektrode als längliche, insbesondere stabartige Elektrode ausgeführt ist.

[0035] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Gegenelektrode als Wand oder Wandelement insbesondere zur Auskleidung eines Abgaskanals ausgeführt ist.

[0036] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Gegenelektrode die Sprühelektrode umgibt, insbesondere indem die Gegenelektrode in zylindrischer Form, z.B. als zylindrische Wand, ausgeführt ist, und vorzugsweise über die Länge der Sprühelektrode hinausragt.

[0037] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Sprühelektrode Kanten aufweist, wobei die Längensumme der Kanten vorzugsweise mindestens der Längsabmessung der Sprühelektrode entspricht oder diese übertrifft, bevorzugt zumindest um das Doppelte und weiter bevorzugt um das Vierfache übertrifft.

[0038] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Sprühelektrode eine Vielzahl Spitzen aufweist.

[0039] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass die Sprühelektrode zwischen einander gegenüberliegende Abschnitte der Gegenelektrode ragt, insbesondere z.B. im Wesentlichen axialzentral in einer zylinderförmigen Gegenelektrode angeordnet ist.

[0040] Die Erfindung bezieht sich weiter auf eine Abgasreinigungseinrichtung gemäss Anspruch 9, welche zur Reinigung von Abgasen aus mit Holz betriebenen Feuerstätten besonders geeignet ist. Diese Abgasreinigungseinrichtung ist ebenfalls als elektrostatischen Partikelabscheider zur Anordnung in einem Abgasstrom, insbesondere in einem Abgasstrom einer mit Holz betriebenen Feuerstätte ausgeführt, wobei die Abgasreinigungseinrichtung einen Abscheideraum aufweist, wobei im Abscheideraum wenigstens eine erste Elektrode, welche vorzugsweise als Sprühelektrode ausgelegt ist, und wenigstens eine zweite Elektrode, welche als Gegenelektrode ausgelegt ist, angeordnet sind, und wobei der Abscheideraum zwecks Durchleitung eines Abgasstroms, insbesondere eines Abgasstroms einer mit Holz betriebenen Feuerstätte, eine Abgaseintrittsöffnung und eine Abgasaustrittsöffnung an vorzugsweise gegenüberliegenden Seiten des Abscheideraums aufweist. Erfindungsgemäss ist vorgesehen, dass die Abgasreinigungseinrichtung wenigstens mit einem Filter und einem Bypass, insbesondere einem Bypass um zumindest den wenigstens einen Filter, ausgestattet ist. Filter und Bypass können in entsprechender Weise auch in der vorgängigen Abgasreinigungseinrichtung verwirklicht werden.

[0041] Diese Abgasreinigungseinrichtung weist den besonderen Vorteil auf, dass auch im unwahrscheinlichen Fall einer Verstopfung des Filters ein Abfließen des Abgases mittels eines Bypasses gewährt werden kann.

[0042] Die im Folgenden angeführten vorteilhaften Ausführungsvarianten führen allein oder in Kombination miteinander zu weiteren Verbesserungen der Abgasreinigungseinrichtung.

[0043] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass der Bypass von einem Engpass des Abgasstroms in einem zur Abgaseintrittsöffnung führenden Abgaskanalabschnitt oder in einem von der Abgasaustrittsöffnung abführenden Abgaskanalabschnitt abgeht. Vorzugsweise geht der Engpass von einer Stelle des geringsten Querschnitts des Engpasses des Abgasstroms ab, um nach Umlaufen des zumindest einen Filters zurück in den Abgasstrom zu führen.

[0044] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass der Engpass im Wesentlichen von zwei gegeneinander gerichteten, sich aufeinander zulaufend verengenden, insbesondere trapezartige oder konische Strukturen gebildet wird, welche dort, wo sie sich vereinen, eine Stelle oder Passage des geringsten Querschnitts des Engpasses bilden, wobei die Stelle des geringsten Querschnitts des Engpasses vorzugsweise als eine zylindrisch geformte Passage zwischen den Konen ausgebildet ist. Die zylindrisch geformte Passage zwischen den Konen erstreckt sich vorzugsweise über eine kürzere Distanz entlang des Abgasstroms als die beiden Konen zusammengerechnet. Weiter bevorzugt erstreckt sich die zylindrisch geformte Passage zwischen den Konen über eine kürzere Distanz entlang des Abgasstroms als jeder einzelne der beiden Konen.

[0045] In einer besonders zweckmässigen Ausführung ist der Engpass gegenüber dem Filter exzentrisch angeordnet, z.B. so dass die zwei gegeneinander gerichteten, sich aufeinander zulaufend verengenden, insbesondere trapezartigen oder konischen Strukturen schief ausgebildet sind. Dabei weist der Engpass an seiner Stelle oder Passage des geringsten Querschnitts zwei einander gegenüberliegende Seitenbereiche auf, der erste Seitenbereiche auf maximal exzentrischer Seite und der zweite Seitenbereich auf minimal exzentrischer Seite des geringsten Querschnitts gegenüber dem Filter, wobei der Bypass im Wesentlichen vom minimal exzentrischen Seitenbereich abführt bzw. der minimal exzentrische Seitenbereich eine Bypassabführöffnung aufweist.

[0046] Der dem Engpass abgasströmungsaufwärts vorangestellte Abgaskanalabschnitt ist vorzugsweise derart ausgebildet ist, dass der Engpass schräg angeströmt wird, insbesondere so dass die Abgasströmung im Engpass über eine Abzugsöffnung des Bypasses hinweg eine Umlenkung erfährt. Aufgrund der Umlenkung und Verengung wird die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases über der Bypassabzugsöffnung, insbesondere jene nahe der Öffnung besonders stark beschleunigt.

[0047] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass der Engpass derart ausgeführt ist, dass sich der Abgasstrom nach dem Engpass und vor dem Filter weitet, insbesondere auf einen Querschnittsflächenwert, der ungefähr jenem des Abgaskanals vor dem Engpass im Wesentlichen entspricht.

[0048] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass das Verhältnis von Querschnitt des Abgasstroms an engster Stelle des Engpasses zu Querschnitt des Abgasstroms abgasstromabwärts bei Eintritt in den Filter im Bereich von 1:1,5 bis 1:5, vorzugsweise im Bereich von 1:2 bis 1:3 liegt.

[0049] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass das Verhältnis von Querschnitt des Abgasstroms an engster Stelle des Engpasses zu Querschnitt des Abgasstroms abgasstromaufwärts vor dem Engpass (bzw. am Ansatz des Engpasses) im Bereich von 1:1,5 bis 1:5, vorzugsweise im Bereich von 1:2 bis 1:3 liegt.

[0050] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass dem Abscheideraum im Abgasstrom der Filter vor- und/oder nachgeschaltet ist und der Bypass um den Filter oder um den Filter und den Abscheideraum geführt ist.

[0051] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass bei einem vorgeschalteten Filter der Bypass um den Filter jedoch nicht um den Abscheideraum geführt ist oder bevorzugterweise der Bypass um den Filter und um den Abscheideraum geführt ist.

[0052] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass bei einem nachgeschalteten Filter der Bypass um den Abscheideraum und um den Filter geführt ist oder bevorzugterweise der Bypass um den Filter jedoch nicht um den Abscheideraum geführt ist.

[0053] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass der Filter ein gasdurchlässiger Katalysator ist.

[0054] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Abgasreinigungseinrichtung dadurch aus, dass der Filter derart ausgestaltet ist, insbesondere derart in einen Abgaskanal einsetzbar bzw. eingesetzt ist, dass er im Wesentlichen den Querschnitt eines Abgaskanals bzw. eines Abgasstroms überspannt, sodass der gesamte Abgasstrom durch den Filter abströmt, insoweit er nicht durch den Bypass abströmt.

[0055] Die Erfindung bezieht sich weiter auf eine Holzfeuerungsanlage gemäss Anspruch 16. Die Holzfeuerungsanlage umfasst ein Ofengehäuse mit Feuerstätte und eine Abgasreinigungseinrichtung in einer der vorgängig beschriebenen Ausführungen.

[0056] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Holzfeuerungsanlage dadurch aus, dass die Abgasreinigungseinrichtung im Ofengehäuse integriert oder auf das Ofengehäuse aufgesetzt ist.

[0057] In einer bevorzugten Ausführung zeichnet sich die Holzfeuerungsanlage dadurch aus, dass Ofengehäuse und Abgasreinigungseinrichtung derart aufeinander abgestimmt und ausgeführt sind, dass sich bei Betrieb der Anlage die Temperatur zumindest einer der katalytisch ausgeführten Elektroden, vorzugsweise zumindest einer katalytisch ausgeführten Gegenelektrode, auf eine Betriebstemperatur einregelt oder einregeln lässt, bei welcher Partikel, insbesondere Russ- oder Teerpartikel, die sich während des Betriebs der Anlage auf der zumindest einen katalytisch ausgeführten Elektrode abscheiden, abbrennen können. Vorzugsweise sind dafür Ofengehäuse und Abgasreinigungseinrichtung dadurch aufeinander abgestimmt und ausgeführt, dass die zumindest eine der katalytisch ausgeführten Elektroden aufgrund der Wärmeenergie des Abgasstroms, welcher im Betrieb von der Feuerstätte abströmt, auf der vorgenannten Betriebstemperatur gehalten werden kann.

[0058] Die zu wählende notwendige Mindesthöhe der Betriebstemperatur hängt dabei vom eingesetzten Katalysator ab bzw. hängt von der Aktivierungstemperatur der Russ- bzw. Teer-Oxidation des Katalysators ab. Katalysatoren mit einer Aktivierungstemperatur im Bereich von 100°C bis 500°C sind vorteilhaft. Die notwendige Temperatur wird z.B. dadurch sichergestellt, dass der Abstand der Abgasreinigungseinrichtung im Abgasstrom von der Feuerstätte derart gewählt ist, dass die Temperatur im elektrostatischen Partikelabscheider und damit die Temperatur der katalytisch ausgeführten Elektroden aufgrund der durchströmenden heissen Abgase sich auf oder über der Aktivierungstemperatur einstellt, sodass auf den katalytisch ausgeführten Elektroden bzw. Oberflächen abgeschiedene Partikel, insbesondere Russ- oder Teerpartikel, abbrennen können.

[0059] Im Weiteren kann die Abgasreinigungseinrichtung bzw. die Holzfeuerungsanlage mit einer Heizung zur insbesondere anfänglichen Beheizung der katalytisch ausgeführten Elektroden ausgerüstet sein, sodass die Betriebstemperatur der Elektroden möglichst rasch erreicht werden kann. Eine Steuerungseinrichtung zur Regelung der Heizung kann vorgesehen sein. Anstatt der einzelnen Elektroden oder zusätzlich, kann der Abscheideraum bzw. die Abgasreinigungseinrichtung insgesamt mit einer Heizung ausgestattet sein. Weitere Komponenten können mit einer Heizung ausgestattet sein. Dies sind zum Beispiel der oder die Filter. Die jeweilige Heizung ist insbesondere ausgelegt zum kurzzeitigen Einsatz beim Anfeuern oder auch kurz vor dem Anfeuern zur raschen Einstellung einer gegenüber der Raumtemperatur erhöhten Betriebstemperatur der jeweiligen Komponente, sodass möglichst von Beginn der Feuerung an Partikel oder Schadgase ausgefiltert bzw. abgebaut werden können und/oder eine Kondensatbildung minimiert werden kann.

[0060] Genannte optionale Merkmale können in beliebiger Kombination verwirklicht werden, soweit sie sich nicht gegenseitig ausschliessen. Insbesondere dort wo bevorzugte Bereiche angegeben sind, ergeben sich weitere bevorzugte Bereiche aus Kombinationen der in den Bereichen genannten Minima und Maxima.

[0061] Weitere Vorteile, Merkmale und bevorzugte Ausführungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgend detaillierten Beschreibung der Erfindung unter Bezugnahme auf Figuren.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0062] Es zeigen in nicht massstabsgetreuer, schematischer Darstellung:

Figur 1: Varianten eines erfindungsgemässen elektrostatischen Abscheiders jeweils im Längsschnitt, (a) mit Stabelektrode, (b) mit Plattenelektrode, (c) mit seitlichem Kanalabgang;

Figur 2: Ausgestaltungsvarianten der Abscheideelektrode eines elektrostatischen Abscheiders jeweils im Querschnitt, in Form (a) eines Vierkantrohrabschnitts, (b) eines Vierkantrohrabschnitts mit internen Trennwänden, (c) eines Kreiszyinders, (d) eines Kreiszyinders mit innenseitiger Zackenstruktur (e) eines Vierkantrohrabschnitts in Kombination mit einer alternativen Sprühelektrode;

Figur 3: Varianten eines erfindungsgemässen elektrostatischen Abscheiders mit Filter und Bypass jeweils im Längsschnitt, (a) mit nachgeschaltetem Filter und mit Bypass um den Filter, (b) mit vorgeschaltetem Filter und mit Bypass um den Filter, (c) mit nachgeschaltetem Filter und mit Bypass um Abscheideraum und Filter, (d); mit vor- und nachgeschaltetem Filter und mit Bypass um beide Filter und den Abscheideraum;

Figur 4: Ausstattungsvarianten mit Filter und Bypass in Längsschnitt, (a) eines Abgasleitungsabschnitts und (b) eines Abgasleitungsabschnitts mit Erweiterungsabschnitt jeweils im Wesentlichen mit konzentrisch angeordneter Engstelle, (c) eines Abgasleitungsabschnitts mit Erweiterungsabschnitt mit im Wesentlichen exzentrisch angeordneter Engstelle;

Figur 5: Varianten eines elektrostatischen Abscheiders mit Filter und Bypass jeweils im Längsschnitt, (a) mit nachgeschaltetem Filter und mit Bypass um Abscheideraum und Filter, (b) mit vorgeschaltetem Filter und mit Bypass um den Filter, (c) mit vorgeschaltetem Filter und mit Bypass um Filter und Abscheideraum, (d); mit vor- und nachgeschaltetem Filter und mit Bypass um beide Filter und den Abscheideraum;

Figur 6: Holzfeuerofen mit Abgasreinigungseinrichtung, wobei (a) die Abgasreinigungseinrichtung in das Ofengehäuse integriert bzw. an dieses direkt angeschlossen ist, (b) die Abgasreinigungseinrichtung dem Ofengehäuse beabstandet nachgeschaltet ist, (c) die Abgasreinigungseinrichtung einem Vorheizler folgend dem Ofengehäuse beabstandet nachgeschaltet ist, (d) die Abgasreinigungseinrichtung beheizt ist;

Figur 7: Abgaskanalabschnitt mit beheiztem Filter;

Figur 8: Abscheideraum eines elektrostatischen Abscheiders ausgeführt mit beheizten katalytischen Wänden.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0063] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren näher beschrieben. Es werden zum Teil gleiche Bezugsziffern für gleiche oder funktionsgleiche Elemente (in unterschiedlichen Figuren) verwendet. Ein Apostroph kann zur Unterscheidung gleichartiger bzw. funktionsgleicher oder funktionsähnlicher Elemente in einer weiteren Ausführung dienen.

[0064] In den Fig. 1 (a) und (b) sind Varianten eines erfindungsgemässen elektrostatischen Abscheiders 1, 1' jeweils im Längsschnitt dargestellt. Der elektrostatische Abscheider 1 weist einen Abscheideraum 15 mit zumindest zwei Elektroden 11, 13 auf. Ein elektrostatischer Abscheider ist bzw. wird derart in einen Abgaskanal, 8 und 9, integriert bzw. an diesen angeschlossen, dass der elektrostatische Abscheider vom Abgasstrom einer Feuerstätte durchflossen wird. Dabei fliesst der Abgasstrom im Wesentlichen von einer Eintrittsöffnung 6 her zu einer Austrittsöffnung 7 hin, vorzugsweise derart, dass die generelle Flussrichtung (auch Strömungsrichtung) des einfliessenden Abgasstroms beim Eintritt der generellen Flussrichtung des ausfliessenden Abgasstroms beim Austritt im Wesentlichen entspricht. Der abführende Abgaskanal 9 ist bei Austritt aus dem Abscheideraum 15 vorzugsweise sozusagen eine gerade Fortsetzung des einführenden Abgaskanals 8 bei Eintritt in den Abscheideraum. Gemäss einer alternativen Variante, wie in Fig. 1 (c) gezeigt, kann der abführende Kanal 9' gegebenenfalls in einem Winkel zum einführenden Kanal 8 angeordnet sein (beispielsweise in einem Winkel von ca. 90 Grad, also quer zur eingehenden Strömungsrichtung). Der Abscheideraum 15 kann quer zur generellen Durchflussrichtung einen Innenquerschnitt (Innendurchmesser) aufweisen, der grösser ist als der Innenquerschnitt (Innendurchmesser) der angeschlossenen zuführenden und/oder abführenden Teile des Abgaskanals, 8 bzw. 9 oder 9', wie in den Figuren 1 (a), (b) und (c) gezeigt. Alternativ könnte ein Abschnitt eines Abgaskanals als Abscheideraum definiert und ausgestaltet sein, welcher dem Querschnitt oder den Querschnittabmessungen (z.B. dem Durchmesser) des Abgaskanals im Wesentlichen entspricht.

[0065] Der elektrostatische Abscheider beinhaltet zumindest eine erste Elektrode 11 und eine zweite Elektrode 13. Die erste Elektrode 11 wird im Weiteren auch Sprühelektrode genannt. Die zweite Elektrode 13 wird im Weiteren auch Gegenelektrode oder Abscheideelektrode genannt. Die beiden Elektroden sind im Abscheideraum 15, 15' angeordnet. Die erste und die zweite Elektrode sind insbesondere voneinander beabstandet angeordnet. Die Sprühelektrode 11 ist vorzugsweise im Wesentlichen zentral im Abscheideraum 15 angeordnet. Zweckmässigerweise ist die Sprühelektrode 11 z.B. im Wesentlichen in einem Bereich des Abscheideraums angeordnet, der auf einer direkten Durchflusstrecke zwischen Eintrittsöffnung 6 und Austrittsöffnung 7 liegt. In Fig. 1 (a) oder Fig. 1 (b), z.B. liegt die direkte Durchflusstrecke im Bereich der geraden Verbindungsstrecke zwischen Eintrittsöffnung 6 und Austrittsöffnung 7. Der Abscheideraum 15 ist vorzugsweise zumindest teilweise von der Gegenelektrode 13 ausgekleidet oder wird im Wesentlichen von der Gegenelektrode 13 definiert. Zweckmässigerweise ist die Sprühelektrode 11 im Wesentlichen von der Gegenelektrode 13 umgeben. Die Gegenelektrode 13 weist zweckmässigerweise eine um ein Vielfaches grössere Oberfläche auf als die Sprühelektrode 11, z.B. eine um mehr als das 10-fache, mehr als das 20-fache oder mehr als das 100-fache grössere Oberfläche. Ein Isolator 17 isoliert die beiden Elektroden 11 und 13 gegeneinander. Mittels einer Spannungsquelle (hier nicht gezeigt) kann zwischen Sprühelektrode 11 und Gegenelektrode 13 eine Spannungsdifferenz erzeugt werden, wodurch zwischen Sprühelektrode 11 und Gegenelektrode 13 ein elektrisches Feld entsteht. Bei der Spannungsquelle handelt es sich zweckmässigerweise um eine Hochspannungserzeugungsanlage, mittels derer vorzugsweise eine Spannungsdifferenz von wenigstens 3 kV, besonders bevorzugt im Bereich von 3 kV bis 100 kV, oder gegebenenfalls von über 100kV anlegbar ist.

Die Spannungsquelle ist vorzugsweise ausserhalb des Abscheideraums 15 installiert. Die erste Elektrode bzw. die Sprühelektrode 11 ist in Betrieb gegenüber der Gegenelektrode 13 zweckmässigerweise für gewöhnlich negativ gepolt und damit elektrodennemittierend. Die Gegenelektrode 13 ist zweckmässigerweise geerdet. Die Erdung der Gegenelektrode dient auch der Sicherheit bzw. dem Schutz von Personen vor unkontrollierter Entladung und Stromschlag. Ist zwischen den beiden Elektroden 11 und 13 eine Spannung angelegt, werden laut Theorie Staubteilchen durch Koronaentladung der Sprühelektrode 11 elektrisch aufgeladen und im elektrischen Feld zur entgegengesetzt geladenen Elektrode 13 hingezogen und auf deren Oberfläche abgeschieden. In der Praxis wird man auf der Oberfläche der Sprühelektrode ebenfalls Ablagerungen vorfinden. Die Sprühelektrode ist zur Anwendung im Abgasstrom eines Abgaskanals einer Holzfeueranlage vorteilhafterweise als Stabelektrode 11 bzw. stabförmige Elektrode ausgeführt (Fig. 1 (a)). Alternativ können auch andere Formen verwendet werden, wie z.B. eine Plattenelektrode 11' (Fig. 1 (b)). Stabförmige Elektroden aus mindestens einem bombierten Federblechstück, insbesondere Federstahlblech, das quer zur Elektrodenlängsrichtung bombiert ist, wie in der Offenbarungsschrift WO 2011/060562 A1 offenbart, eignen sich besonders gut. Die Sprühelektrode kann scharfe Kanten und/oder herausragende Spitzen aufweisen, weil an Kanten und Spitzen die Dichte der Feldlinien und damit auch die elektrische Feldstärke gegenüber anderen Stellen der Elektrode besonders gross und somit die Koronaentladung begünstigt ist.

[0066] Die Sprühelektrode 11 und die Gegenelektrode (bzw. die Abscheideelektrode) 13 sind derart zueinander angeordnet, dass sich unter angelegter Spannung ein elektrisches Feld zwischen diesen beiden aufbaut, d.h. Feldlinien von der einen zur anderen Elektrode erstrecken. Vorzugsweise umgibt die Gegenelektrode 13 die Sprühelektrode 11, 11', insbesondere z.B. indem die Gegenelektrode 13 in zylindrischer Form, z.B. als zylindrische Wand bzw. Wandauskleidung, ausgeführt ist, welche die Sprühelektrode 11, 11' umgibt, und dabei vorzugsweise in ihrer zylinderaxialen Erstreckung über die Sprühelektrode 11, 11' hinausragt (Fig. 1(a) und Fig. 1(b)) bzw. im Fall der stabförmigen Sprühelektrode 11 insbesondere über die Länge der Sprühelektrode 11 hinausragt (Fig. 1(a)).

[0067] In einer Ausführung kann ein Abschnitt eines Abgaskanals als Gegenelektrode ausgeführt oder mit dieser ausgekleidet sein und in etwa kanalmittig mit einer Sprühelektrode bestückt sein, sodass dieser Abschnitt als Abscheider dient. In einer anderen Ausführung kann wie in Fig. 1(a) und Fig. 1(b) dargestellt, zwischen Abschnitten eines Abgaskanals ein Gehäuse mit gegenüber den angrenzenden Abschnitten des Abgaskanals 8, 9 erweitertem Durchgangsquerschnitt eingebaut sein, welches mit Gegenelektrode und Elektrode als Abscheideraum 15 ausgestattet ist. In einer derartigen Ausführung kann der Abscheideraum 15 im Übergangsbereich zum Abgaskanal hin, auch Wandbereiche 14 aufweisen, die quer und/oder schräg zur Abgasströmungsrichtung ausgerichtet sind. Diese Wandbereiche 14 können ebenfalls als Gegenelektrode bzw. Teil der Gegenelektrode ausgestattet sein.

[0068] Erfindungsgemäss können die Gegenelektrode 13 und/oder die Sprühelektrode 11, 11' katalytisch ausgeführt sein, d.h. aus katalytischem Material gefertigt oder mit katalytischem Material beschichtet sein. Katalytische Oberflächen bringen den Vorteil mit sich, dass sie sozusagen selbstreinigend sind, indem sich auf ihnen abgeschiedenes Material in gasförmige Stoffe und/oder Verbindungen umsetzt. Katalytische Oberflächen können ab einer gewissen Temperatur das Abbrennen von sich darauf ablagernden Russ und Teer, welche z.B. bei der Holzfeuerung entstehen begünstigen. Zudem kann auf katalytischen Oberflächen ab einer gewissen Temperatur CO zu CO₂ umgesetzt werden.

[0069] Die katalytisch ausgeführten Elektroden können aus üblichen Katalysatormaterialien hergestellt sein bzw. solches beinhalten. Insbesondere enthält zumindest die Oberfläche der Elektroden katalytisch wirksames Material. Zudem kann die katalytisch wirksame Oberfläche der Elektroden optional porös oder uneben, also rau, ausgestaltet sein, was die Abmessung der katalytisch wirksamen Oberfläche gegenüber einer unstrukturierten Oberfläche vergrössern kann.

[0070] Vorzugsweise können die Elektroden (d.h. Sprüh- und/oder Gegenelektrode) oder zumindest deren Oberflächen ganz oder teilweise aus einem elektrisch leitenden katalytisch aktiven Material gefertigt sein.

[0071] Beispielsweise können die Elektroden (d.h. Sprüh- und/oder Gegenelektrode) aus einem elektrisch leitenden Trägermaterial mit katalytischer Beschichtung gefertigt sein. Als Beschichtung eignen sich insbesondere poröse Beschichtungen (wie z.B. ein Washcoat) aus katalytisch wirksamen Material. Optional kann das Trägermaterial porös sein. Ein Beispiel dafür ist eine katalytisch beschichtete Metallwabe. Als Beschichtung eignen sich beispielsweise katalytisch wirksame Metall- und Edelmetallbeschichtungen, aber auch katalytisch wirksame Keramikbeschichtungen, insbesondere Metalloxid- und Mischmetalloxidbeschichtungen.

[0072] Sprüh- und oder Gegenelektrode können gegebenenfalls derart geformt sein, dass aufgrund ihrer Formgebung und gegenseitiger Anordnung Verwirbelungen in der Abgasströmung innerhalb des elektrostatischen Partikelabscheiders entstehen, aufgrund welcher die Anströmung der Elektrodenoberflächen optimiert wird, sodass der Kontakt mit und damit der Abbau von Partikeln und gasförmigen Komponenten des Abgases auf den katalytischen Oberflächen begünstigt wird. Eine derartige Optimierung kann zum Beispiel mit einer plattenförmig gestalteten Sprühelektrode 11', welche in ihrer Flächenerstreckung im Wesentlichen quer zur Abgasströmung positioniert ist, erwirkt werden. Die Strömungsverwirbelung, die sich aus dieser Anordnung einer Plattenelektrode 11' ergibt, kann die Umsetzung der im Abgas enthaltenen schädlichen Stoffe, Verbindungen und Partikel an der Gegenelektrode begünstigen.

[0073] Fig. 2 zeigt vier Varianten von Abscheideelektroden 23, 23', 23'', 23''' eines elektrostatischen Abscheiders jeweils im Querschnitt, diese sind in Form (a) eines Vierkantrrohrabschnitts, (b) eines Vierkantrrohrabschnitts mit internen Trennwänden 25, (c) eines Kreiszyinders, (d) eines Kreiszyinders mit innenseitiger Zackenstruktur (segmentierter Mantelaus-

kleidung 27). Eine oder mehrere Sprühelektroden 21, ebenfalls im Querschnitt gezeigt, sind im jeweils von der jeweiligen Abscheideelektrode aufgespannten Hohlraum von der Abscheideelektrode beabstandet angeordnet. Der Querschnitt der Sprühelektroden 21 kann, wie in der Darstellung gezeigt, zweckmässigerweise kreuzförmig sein. In durch Abscheideelektrodenflächen umrahmten Hohlräumen - insbesondere solchen, die zu ihrer Mitte hin stark unterschiedliche Wandabstände aufweisen - kann es sinnvoll sein eine Mehrzahl von Sprühelektroden so anzuordnen oder die Form der Sprühelektrode so auszugestalten, dass das elektrische Feld sich möglichst optimal im gesamten Hohlraum ausbreitet bzw. dass sich die Abscheidung möglichst gleichmässig über alle Abscheideoberflächen verteilt und dadurch die katalytischen Eigenschaften der Abscheideelektrodenflächen möglichst optimal genutzt werden können. Ein Beispiel dafür ist in Fig. 2 (a) gezeigt, wo der elektrostatische Abscheider einen rechteckigen Querschnitt aufweist. Hier wird die Sprühelektrode beispielsweise von zwei Stäben 21 die parallel nebeneinander angeordnet sind gebildet. In einer Variante dazu kann anstatt zwei Stabelektroden 21 eine einzelne Elektrode 21' verwendet werden, z.B., wie in Fig. 2 (e) gezeigt, mit einer Querschnittsform, deren Seitenabmessungen im Wesentlichen entsprechend dem Verhältnis der Seitenabmessungen des Querschnitts der Abscheideelektrode 23 gewählt sind. Im Unterschied zur parallelen voneinander beabstandeten Anordnung von zwei oder mehr Stabelektroden 21, z.B. gemäss Fig. 2 (a), weist eine einzelne Elektrode 21' mit in ihrem Querschnitt dem Abscheideraum angepasster Querschnittsform, z.B. gemäss Fig. 2 (e), eine geschlossene Fläche auf. Im Unterschied zu einer Anordnung von mehreren parallel zueinander ausgerichteten Sprühelektroden, welche vom Abgas durchströmt werden kann, wird eine einzelne Sprühelektrode bevorzugt, insbesondere ausgeführt als plattenförmige offenporige Schaumkeramik, deren Kanten an der Oberfläche als Sprühspitzen dienen. Im Weiteren, wie beispielsweise in Fig. 2 (b) gezeigt, kann ein elektrostatischer Partikelabscheider durch zusätzlich interne Trennwände 25 in zwei oder mehr im Wesentlichen parallel verlaufende Durchgänge bzw. Abscheidekammern unterteilt sein. Vorteilhafterweise sind die Trennwände 25 ebenfalls als Abscheideelektroden, insbesondere katalytische Abscheideelektroden 23', ausgeführt. Dadurch ergeben sich eine Mehrzahl mit Gegenelektrodenflächen umrahmte Hohlräume, und damit eine relative grosse Abscheidefläche. Sind derartige interne Trennwände 25 vorhanden, ist es zudem vorteilhaft in jede der Kammern zumindest je eine Sprühelektrode 21 zu positionieren. Andere Ausführungen elektrostatischer Abscheider weisen eine rundzylinderförmige Gegenelektrode 23'' mit zentraler Stabelektrode auf, wie beispielsweise in Fig. 2 (c) gezeigt. Im Vergleich zur Ausführung in Fig. 2 (c) kann in einer Variante, wie in Fig. 2 (d) gezeigt, durch eine gezackte Ausführung der Gegenelektrodenoberfläche die aktive Fläche der Gegenelektrode 23''' vergrössert sein.

[0074] Fig. 3 zeigt vier Ausführungsvarianten eines elektrostatischen Partikelabscheiders (1^{'''}, 1^{''''}, 1^{'''''}, 1^{''''''}) mit Bypass jeweils im Längsschnitt. Die Sprühelektrode ist bevorzugt als Stabelektrode 11 ausgeführt. Die Wände 13, 14 des Abscheideraums 15 sind zweckmässigerweise im Wesentlichen als Gegenelektrode ausgeführt.

[0075] Fig. 3 (a) zeigt eine erste Ausführungsvariante mit einem dem Abscheideraum 15 nachgeschalteten Filter 31 mit Bypass 33 um den Filter 31. Der Bypass 33 führt dabei vom Abscheideraum 15 den Filter 31 umgehend in den abgehenden Abgaskanal 9. In einer Modifikation, könnte der Bypass 33 derart um den Filter 31 geführt werden, dass er von einer ersten Stelle des abgehenden Abgaskanals 9 vor dem Filter 31 zu einer zweiten Stelle des abgehenden Abgaskanals 9 nach dem Filter 31 führt.

[0076] Fig. 3 (b) zeigt eine zweite Ausführungsvariante mit einem dem Abscheideraum 15 vorgeschalteten Filter 31' mit Bypass 33' um den Filter 31'. Der Bypass 33' führt dabei vom eingehenden Abgaskanal 8 den Filter 31' umgehend in den Abscheideraum 15. In einer Modifikation, könnte der Bypass 33' derart um den Filter 31' geführt werden, dass er von einer ersten Stelle des eingehenden Abgaskanals 8 vor dem Filter 31' zu einer zweiten Stelle des eingehenden Abgaskanals 8 nach dem Filter 31' führt.

[0077] Fig. 3 (c) zeigt eine dritte Ausführungsvariante mit einem dem Abscheideraum 15 nachgeschalteten Filter 31 mit Bypass 33'' um Abscheideraum 15 und Filter 31. Der Bypass 33'' führt dabei vom eingehenden Abgaskanal 8 den Abscheideraum 15 und den Filter 31 umgehend in den abgehenden Abgaskanal 9.

[0078] Fig. 3 (d) zeigt eine vierte Ausführungsvariante mit je einem dem Abscheideraum 15 vor- und nachgeschalteten Filter 31, 31' und einem Bypass 33''' um den Abscheideraum 15 und die beide Filter 31, 31'. Der Bypass 33''' führt dabei vom eingehenden Abgaskanal 8 den ersten Filter 31', den Abscheideraum 15 und den zweiten Filter 31 umgehend in den abgehenden Abgaskanal 9.

[0079] Die Ausführungsvariante gemäss Fig. 3 (b) und Fig. 3 (d) mit einem dem elektrostatischen Partikelabscheider vorgeschalteten Filter 31' haben den Vorteil, dass der vorgeschaltete Filter 31' nicht durch im Partikelabscheider ausflockende bzw. ausgeflockte Partikel verstopft werden kann. Die Bypässe 33 und 33' der Ausführungsvarianten gemäss Fig. 3 (a) und Fig. 3 (b) führen im Unterschied zu den Bypässen 33'' und 33''' der Ausführungsvariante gemäss Fig. 3 (c) und Fig. 3 (d) lediglich um den jeweiligen Filter 31 oder 31', jedoch nicht um den gesamten Abscheideraum 15.

[0080] Der jeweiligen Filter 31 oder 31' überspannt im Wesentlichen den gesamten Querschnitt des Abgaskanals, sodass der Abgasstrom im Normalbetrieb im Wesentlichen über den Filter 31 oder 31' ausströmt. Der Bypass dient lediglich zur Sicherheit, damit im Fall einer Blockierung des Filters 31 bzw. 31' der Abgasstrom über den Bypass ungefiltert abströmen kann.

[0081] Der jeweilige Filter 31 oder 31' kann ein gasdurchlässiger Katalysator sein, insbesondere ein handelsüblicher gasdurchlässiger Katalysator, also ein Filter gefertigt aus katalytisch wirkendem Material. Hierbei ist insbesondere die Oberfläche in den Durchlass-Öffnungen bzw. den Poren katalytisch wirksam.

[0082] Der jeweilige Filter bzw. Katalysator 31, 31' ist normalerweise nicht als Abscheideelektrode konzipiert. Vorzugsweise dient der Filter als Abgaskatalysator, insbesondere zum Beispiel für die Gasphasenoxidation von CO zu CO₂. Alternativ kann der Filter als Katalysator und zusätzlich als Abscheideelektrode konzipiert sein.

[0083] Die Position der Elektrodenbefestigung und damit des Isolators 17, 17' kann variieren, abhängig davon was konstruktiv möglich ist bzw. zum Beispiel abhängig von den lokal vorhandenen Platzverhältnissen.

[0084] Damit im Normalbetrieb, insb. wenn der Filter normal funktioniert, möglichst kein Abgas ungefiltert durch den Bypass abfließt, kann der Bypass mit einem Sicherheitssystem ausgerüstet werden. Ein übliches System wäre z.B. eine gefederte Sicherheitsklappe, die sich z.B. erst bei Erhöhung des Drucks des abströmenden Abgases auf einen Druckwert über dem Druck bei Normalbetrieb öffnet. Mit einem Sicherheitssystem soll sichergestellt werden, dass ungefiltertes Abgas vorzugsweise nur dann in relevanten Mengen durch den Bypass abströmen, wenn der Abgasdurchfluss durch den Filter gestört ist, z.B. weil der Filter teilweise oder ganz verstopft ist. Bekannte Sicherheitssysteme können den Nachteil haben, dass sie fehleranfällig sind, z.B. weil sie wie das vorgenannte Sicherheitssystem mit mechanisch beweglicher Klappe verkleben können oder andere Mängel aufweisen. Es ist daher wünschenswert ein Bypass-System zu verwenden, das möglichst störungssicher ist.

[0085] In Fig. 4 wird ein erfindungsgemässes, verbessertes Bypass-System vorgestellt, das ohne bewegliche Teile, insbesondere ohne bewegliche Teile zur temporären Bypassperrung, auskommt und dadurch störungssicherer ist. Das erfindungsgemässe Bypass-System wird im Weiteren anhand von Ausführungsbeispielen, Fig. 4 (a), 4 (b) und 4 (c), beschrieben.

[0086] Fig. 4 (a), (b) und (c) zeigen jeweils einen funktionalen Abgasleitungsabschnitt 40, 40', 40'' in Längsschnitt mit porösem bzw. gasdurchlässigem Filter 41, 41', 41'' in einer Hauptabgasstromführung 42, 42', 42'' und einem Bypass 43, 43', 43'' um den Filter. Der Filter 41, 41', 41'' überspannt an einer Stelle im Abgasstrom den gesamten Querschnitt des Abgasstroms in der Hauptabgasstromführung 42, 42', 42'', sodass idealerweise der gesamte Abgasstrom durch die Poren des Filters 41, 41', 41'' abströmen kann. Der Filter 41, 41', 41'' liegt z.B. auf einer Stufe 44, 44', 44'' des Abgasleitungsabschnitts und/oder wird von einer Halterung oder Verankerung (nicht gezeigt) gehalten, sodass der Filter in seiner Position fixiert ist.

[0087] Der Bypass 43, 43', 43'' führt über eine Abführ- bzw. Abzugsöffnung 45, 45', 45'' vor dem Filter 41, 41', 41'' aus der Hauptabgasstromführung 42, 42', 42'' heraus, am Filter 41, 41', 41'' vorbei bzw. gegebenenfalls um den Filter 41 herum und über eine Rückführöffnung 46, 46', 46'' zurück in die Hauptabgasstromführung 42, 42', 42'' hinein, insbesondere von einem Bereich in der Hauptabgasstromführung 42, 42', 42'' abgasstromaufwärts vor dem Filter 41, 41', 41'' zu einem Bereich in der Hauptabgasstromführung 42, 42', 42'' abgasstromabwärts nach dem Filter 41, 41', 41''. Der Bypass 43, 43', 43'' bildet damit eine alternative Route für den Abfluss des Abgases, die am Filter, 41, 41', 41'' vorbei bzw. um den Filter herum führt. Ist der Filter 41, 41' normal durchlässig, d.h. die Durchlass-Öffnungen bzw. die Filterporen sind nicht blockiert, soll der Abgasstrom im Wesentlichen durch den Filter 41, 41', 41'' abströmen, d.h. ohne die Hauptabgasstromführung zu verlassen durch die Hauptabgasstromführung, also möglichst ohne Verlust bzw. Abfluss über den Bypass. Ist der Filter 41, 41', 41'' (teilweise oder komplett) blockiert (z.B. aufgrund einer Verschmutzung), wird der Abgasstrom aufgrund eines sich bildenden Rückstaus in der Hauptabgasstromführung 42, 42', 42'' abgasstromaufwärts im Bereich vor dem Filter 41, 41', 41'' über den Bypass 43, 43', 43'' (teilweise oder komplett) abgeführt.

[0088] Bevorzugterweise weist die Hauptabgasstromführung 42, 42', 42'' abgasstromaufwärts, vor dem Filter 41, 41', 41'', dort wo die Abführöffnung 45, 45', 45'' in den Bypass 43, 43', 43'' führt, eine Passage verringerten Querschnitts bzw. einen Engpass 47, 47', 47'', auch Engstelle oder Einschnürung genannt, auf. Die Abführöffnung 45, 45', 45'' ist zweckmässigerweise an einer Stelle des geringsten Querschnitts des Engpasses 47, 47', 47'' bzw. der Engstelle oder der Einschnürung angeordnet. Aufgrund der Verengung am Engpass 47, 47', 47'' ist die Strömungsgeschwindigkeit des abströmenden Abgases im Engpass lokal erhöht im Vergleich zu Passagen vor und nach dem Engpass, welche einen grösseren Durchmesser bzw. Querschnitt aufweisen als der Engpass.

[0089] In Fig. 4 (a) und Fig. 4 (b) ist ein konzentrisch angelegter Engpass 47, 47' gezeigt. Dieser Engpass 47, 47' ist im Wesentlichen konzentrisch in einem im Wesentlichen gerade verlaufenden Abgaskanal 48, 49, 48', 49' (insbesondere in der zuführenden Abgasleitung 48, 48') angelegt. Damit ist der Engpass 47, 47' insbesondere auch in Bezug auf den ihm in Strömungsrichtung nachfolgenden Filter 41, 41' konzentrisch angeordnet. In dieser konzentrischen Anordnung ist der Engpass 47, 47' bezüglich einer Senkrechten zur Filteroberfläche mittig vor dem Filter 41, 41' angeordnet. In Fig. 4 (c) hingegen ist ein exzentrisch angelegter Engpass 47'' gezeigt. Dieser Engpass 47'' ist im Wesentlichen in Bezug auf den Filter 41'' exzentrisch in einem zum Filter 41'' hin verlaufenden Abgaskanal bzw. in der zum Filter zuführenden Abgasleitung 48, 48' angelegt. Der Engpass 47'' ist insbesondere in senkrechter Richtung zur Filteroberfläche (d.h. zur Filtereintrittsstelle 51'') gesehen (nicht mittig vor, sondern) gegenüber der Mitte seitlich versetzt angeordnet. Insbesondere z.B. ist wie in Fig. 4 (c) dargestellt der Engpass 47'' in senkrechter Richtung zur Filteroberfläche (d.h. zur Filtereintrittsstelle 51'') gesehen gegenüber der Mitte zwar seitlich versetzt aber noch in einer Senkrechten vor dem Filter 41'' angeordnet. Damit ist der Engpass 47'' insbesondere exzentrisch in Bezug auf den ihm in Strömungsrichtung nachfolgenden Filter 41'' sowie ggf. in Bezug auf die den Engpass enthaltende zuführende Abgasleitung 48'' angeordnet.

[0090] Insoweit der exzentrische Engpass 47'' in senkrechter Richtung zur Filteroberfläche gegenüber einer Filtermitte seitlich versetzt ist, ist vorteilhaft, dass die zum Engpass 47'' zuführende Abgasleitung 48'' in senkrechter Richtung zur

Filteroberfläche gesehen gegenüber der Filtermitte ebenfalls seitlich versetzt ist, wobei jedoch der Engpass 47" und die zuführende Abgasleitung 48" zu einander entgegengesetzten Seiten hin seitlich versetzt sind, wodurch sich im Engpass 47" eine deutliche Strömungsumlenkung im Abgasstrom ergibt. Insoweit also der Engpass 47" und die zuführende Abgasleitung 48" gegenüber dem Filter 41" exzentrisch angeordnet sind, sind die beiden in einander entgegengesetzten Richtungen von einer Filterachse beabstandet. Die exzentrische Anordnung wirkt sich derart aus, dass die zum Filter 41" geführte Strömung eine noch stärkere Umlenkung um die Bypassabführöffnung 45" erfährt als dies bei einer konzentrischen Anordnung der Fall ist. Durch Verengung und zusätzliche Umlenkung im Engpass 47" wird die Strömung beschleunigt. Dieser Beschleunigungseffekt ergibt sich an der Bypassabzugsöffnung 45", wenn diese am weniger exzentrisch gelegenen Seitenbereich des exzentrischen Engpasses 47" angeordnet ist. Der Effekt der Beschleunigung wird dadurch verstärkt, dass der dem Engpass 47" abgasströmungsaufwärts vorangestellte Abgaskanalabschnitt 48" derart ausgebildet ist, dass der Engpass 47" möglichst schräg (d.h. in einem möglichst grossen Winkel gegenüber einer Normalen zum Querschnitt der engsten Stelle im Engpass) angeströmt wird.

[0091] Die Abführöffnung 45, 45', 45" kann an der Stelle des geringsten Querschnitts des Engpasses 47, 47', 47" als eine longitudinale Öffnung, insbesondere als ein Schlitz, der quer zur Richtung des Abgasstroms longitudinal ausgerichtet ist, ausgeführt sein.

[0092] Bei einem in einen Abgasleitungsabschnitt konzentrisch angelegten Engpass 47, 47', z.B. gemäss Fig. 4 (a) und Fig. 4 (b) kann die Abführöffnung 45, 45' z.B. als ein dem Radius bzw. dem Umfang des Engpasses folgender Schlitz ausgeführt sein. Vorzugsweise ist die Abführöffnung, z.B. als Schlitz, auf einem Teil des Radius bzw. des Umfangs des Engpasses, insbesondere maximal auf dem halben Radius bzw. dem halben Umfang des Engpasses angelegt. Weiter bevorzugt ist die Abführöffnung als Schlitz wenigstens auf einem Viertel des Radius bzw. des Umfangs des Engpasses angelegt. Das Mass der Erstreckung der Abführöffnung bzw. des Schlitzes über den Radius bzw. den Umfang des Engpasses kann (bei nicht oder nicht völlig blockiertem Filter) den Anteil des Abgasabflusses über den Bypass gegenüber dem Anteil des Abgasabflusses über die Hauptabgasstromführung 42, 42' beeinflussen. Andere Formgebung der Abführöffnung und/oder eine Anordnung von mehreren Abführöffnungen entlang des Radius des Engpasses an engster Stelle sind ebenfalls denkbar.

[0093] Bei einem in einer Abgasleitung exzentrisch angelegten Engpass 47", z.B. gemäss Fig. 4 (c), kann die Abführöffnung 45" z.B. als ein der Breite des Engpasses (bzw. als ein der Querschnittskontur des Engpasses) folgender Schlitz (d.h. Perpendikulär zur Zeichnungsebene in Fig. 4 (c)) ausgeführt sein.

[0094] Die Öffnung 45, 45', 45" des Eintritts in den Bypass ist vorzugsweise so gestaltet, dass Sie zumindest dem minimal zulässigen Querschnitt gemäss der Norm für „Häusliche Feuerstätten für feste Brennstoffe“ SN EN 16510-1:2023 aufweist. In dieser Norm ist vorgegeben, dass ein freier strömungsquerschnitt von mindestens 20 cm² oder mindestens 3% der Querschnittsfläche einer Abgasleitung, je nachdem, welcher Wert grösser ist, unverschiessbar sein muss. Dieser freie Strömungsquerschnitt soll zudem gemäss Norm vorzugsweise ein minimales Querschnittsmass von 1,5 cm nicht unterschreiten. Daraus ergibt sich, dass generell bzw. in jeder der genannten Ausführungen des Engpasses 47, 47', 47" die Abführöffnung 45, 45', 45" vorzugsweise einen Querschnitt von wenigstens 20 cm² oder wenigstens 3% der Querschnittsfläche der Abgasleitung 48, 48', 48" bzw. 49, 49', 49" aufweist, je nachdem, welcher Wert grösser ist, wobei sicherheits halber zudem der Querschnitt an keiner Stelle geringer als 1,5 cm sein darf.

[0095] Die Abmessung der Abführöffnung 45, 45', 45" in ihrer zur Hauptabgasstromführungsrichtung parallelen Ausrichtung ist vorzugsweise geringer als der Durchmesser bzw. der Querschnitt des Engpasses 47, 47', 47" an seiner engsten Stelle.

[0096] Der Engpass bzw. die Engstelle oder Einschnürung 47, 47', 47" der in Fig. 4 (a), 4 (b) und 4 (c) dargestellten Ausführungen kann im Wesentlichen als eine aus drei Abschnitten, 57, 58 und 59 bzw. 57', 58' und 59' bzw. 57", 58" und 59", also einem ersten, einem zweiten oder mittleren und einem dritten Abschnitt, bestehende Struktur beschrieben werden, deren innerer Querschnitt sich im ersten und im dritten Abschnitt 57 und 59 bzw. 57' und 59' bzw. 57" und 59" zum mittleren, zweiten Abschnitt 58, 58', 58" hin verengt, insbesondere z.B. konisch verengt. Der mittlere bzw. zweite Abschnitt 58, 58', 58" weist dabei den engsten bzw. geringsten Durchmesser auf. Der dritte Abschnitt 57, 57', 57" führt vom zweiten Abschnitt 58, 58', 58" zum Filter 41, 41', 41" hin.

[0097] Einer möglichen Theorie zufolge, wird in einer Verengung (vgl. Fig. 4 (a), (b) und (c), erster Abschnitt 57, 57', 57" des Engpasses 47, 47', 47") des Querschnitts eine Strömung eines passierenden Abgasstroms beschleunigt, wodurch sich der statische Druck dort vermindert, und zwar idealerweise so stark, dass der statische Druck im engsten Querschnitt (vgl. Fig. 4 (a), (b) und (c), zweiter Abschnitt 58, 58', 58") dem statischen Druck nach dem Filter (vgl. Fig. 4 (a), (b) oder (c), Filter 41, 41', 41" in Abgaskanalabschnitt 49, 49', 49") möglichst entspricht und somit aufgrund des fehlenden Druckgefälles sich keine oder kaum Strömung durch den Bypass ergibt. Sind die Bedingungen derart, dass der statische Druck im engsten Querschnitt kleiner ist als der statische Druck nach dem Filter, kann sogar ein Unterdruck und damit ein Rücksog durch den Bypass entstehen. Aufgrund eines geringen Druckgefälles oder negativen Druckgefälles (bzw. Unterdrucks), wird bei störungsfreiem Normalbetrieb (d.h. zumindest solange der Filter 41, 41', 41" keine Verstopfung aufweist) im Wesentlichen kaum oder kein Abgas durch den Bypass abfliessen und damit kein ungefiltertes Abgas der Feuerstätte entweichen.

[0098] Der Engpass 47, 47', 47" ist zweckmässigerweise derart ausgeführt, dass sich der Abgasstrom nach der engsten Stelle des Engpasses im dritten Abschnitt zum Filter hin auf einen Querschnittsflächenwert weitet, der am Filter zumindest

dem doppelten Querschnittsflächenwert der engsten Stelle des Engpasses entspricht, weiter bevorzugt zumindest dem vierfachen Querschnittsflächenwert der engsten Stelle des Engpasses und weiter bevorzugt zumindest dem achtfachen Querschnittsflächenwert der engsten Stelle des Engpasses. Die Aufweitung nach der engsten Stelle 58, 58" führt zu Strömungsverlangsamung, wodurch sich die Verweilzeit im Filter 41, 41" erhöht. Aufgrund der höheren Verweilzeit ist der Filter, insbesondere wenn er als Katalysator ausgeführt ist, effizienter.

[0099] Das Verhältnis von Querschnittfläche des Abgasstroms an engster Stelle im Engpass zu Querschnittfläche des Abgasstroms abgasstromabwärts bei Eintritt in den Filter liegt vorzugsweise im Bereich von 1:2,25 bis 1:25, weiter bevorzugt im Bereich von 1:4 bis 1:9. Das Verhältnis von Querschnittfläche des Abgasstroms an engster Stelle im Engpass 47, 47" zu Querschnittfläche des Abgasstroms abgasstromaufwärts vor dem Engpass (bzw. am Ansatz der Verengung zum Engpass) liegt vorzugsweise im Bereich von 1:2,25 bis 1:25, weiter bevorzugt im Bereich von 1:4 bis 1:9.

[0100] In der Ausführung gemäss Fig. 4 (a) überspannt der Filter 41 den gesamten Durchmesser bzw. Querschnitt eines Abgaskanal 48, 49. Der Bypass 43 führt über eine seitliche Leitung 52 an der Abgaskanalausseite um den Filter 41 herum. Die Rückführöffnung 46 des Bypasses 43, führt dabei abgasstromabwärts nach dem Filter 41 zurück in den Abgaskanal 49 hinein.

[0101] In der Ausführung gemäss Fig. 4 (b) und Fig. 4 (c) weitet sich abgasstromabwärts nach dem Filter 41', 41" der Abgaskanal in einen Erweiterungsabschnitt 53', 53". Die Rückführöffnung 46', 46" des Bypasses 43', 43", führt dabei direkt in den Erweiterungsabschnitt 53', 53" hinein. Der Erweiterungsabschnitt 53', 53" kann stromabwärts in einen Abgaskanal 49', 49" übergehen der in seinem Durchmesser bzw. Querschnitt dem Abgaskanal 48', 48" vor dem Bypass gleicht. Der Erweiterungsabschnitt 53', 53" kann insbesondere als Abscheideraum mit Sprüh- und Abscheideelektroden ausgerüstet sein.

[0102] Es sind andere Ausführungen denkbar, insbesondere auch solche, welche keine Aussenquerschnittsveränderung am Abgaskanal aufweisen.

[0103] Der erfindungsgemässe Bypass ist durchgängig aufgebaut, insbesondere weist er keine beweglichen Klappen oder andere bewegliche Teile auf, die sich aufgrund des Abgasstroms bewegen, um den Bypass zeitweise zu verschliessen und/oder den Abgasdurchfluss in Abgasabflussrichtung oder in Gegenrichtung zur Abgasabflussrichtung zu blockieren. Damit ist der Bypass jederzeit durchgängig und offen. Der Bypass besteht somit zweckmässigerweise lediglich aus unbeweglichen Strukturen.

[0104] Die Vorteile der Bypasskonstruktion sind die folgenden. Der Bypass hat keine beweglichen Teile. Es kann daher nichts verklemmen oder verkleben. Der Bypass ist dauerhaft offen. Dadurch ist ein freier Mindestquerschnitt immer gewährleistet. Trotz dauernd geöffnetem Bypass ist der Gasströmungsanteil, der vom Hauptstrom abzweigt und über den Bypass abströmt aufgrund des Aufbaus im Normalbetrieb vernachlässigbar oder gar nicht vorhanden. Vorzugsweise sind der Bypass und der Filter dergestalt konstruiert und derart aufeinander abgestimmt, dass im Normalbetrieb vielmehr ein Gasrücklauf über den Bypass erfolgt. Ein Gasrücklauf über den Bypass stellt sich ein, wenn der Abgasstrom, der an der Abführöffnung 45 vorbei über die Hauptabgasstromführung 42 abströmt, an der Abführöffnung 45 eine Sogwirkung auf das Gasvolumen im Bypass zu erzeugen vermag.

[0105] Das anhand der Fig. 4 (a), (b) und (c) beschriebene Bypasssystem weist den besonderen Vorteil auf, dass, wenn der Katalysator blockiert ist und das Abgas daher über den Bypass abströmen muss, sich über den Bypass, d.h. von der Abführöffnung 45, 45', 45" bis zur Rückführöffnung 46, 46', 46", einstellende Druckverlust, besonders gering ist, sodass wenn die Abgase die alternative Route über den Bypass nehmen, dies im Wesentlichen ohne negativen Einfluss auf die Verbrennung in der Feuerstätte erfolgt.

[0106] Ein Abgasleitungsabschnitt 40, wie er in Fig. 4 (a) gezeigt ist, kann im Abgasstrom vor und/oder nach einem elektrostatischen Partikelfilter, wie er in Fig. 1(a) oder 1(b) gezeigt ist, angeordnet sein. Die Bypassleitung 52 kann beliebig weit gezogen werden, ggf. z.B. auch in oder um den Abscheideraum.

[0107] Die Konstruktion von elektrostatischen Partikelabscheidern mit Bypasslösungen, deren Bypass via Abführöffnung von einem Abgaskanalabschnitt abgeht, wie z.B. in den Fig. 3 (b), Fig. 3 (c) und Fig. 3 (d) gezeigt, kann gegebenenfalls durch Integrieren einer Engstellenstruktur mit Abführöffnung in der Engstelle über der ursprünglich geplanten Bypassabführöffnung, ähnlich wie sie in Verbindung mit Fig. 4 (a), (b) und (c) aufgezeigt werden, verbessert werden. Entsprechende Lösungen sind in Fig. 5 (b), Fig. 5 (c) und Fig. (d) gezeigt. Hierbei ist es lediglich nötig, eine Engstelle 47''' über einer ursprünglich geplanten Bypassabführöffnung diese überspannend anzuordnen, sodass die Abführöffnung 45''' in der Engstelle mit der ursprünglich geplanten Bypassabführöffnung ohne Engstelle kommuniziert, sodass ein durch die Abführöffnung 45''' an der Engstelle fliessender Abgasstrom zur ursprünglich geplanten Bypassabführöffnung und damit durch den Bypass strömen kann. In Fig. 5 (a) ist eine Variante zur Lösung gemäss Fig. 5 (c) gezeigt, wobei die Position des Filters im zum Partikelabscheider abführenden Kanal anstatt zuführenden Kanal angeordnet ist.

[0108] Eine besonders bevorzugte Ausführungsvariante eines Filter bzw. gasdurchlässigem Katalysators 41" mit Bypass 43" für einen elektrostatischen Abscheider ist schematisch in Fig 4 (c) gezeigt. Der Abscheideraum (auf Elektroden wird in dieser Darstellung verzichtet) ist hierbei als Erweiterungsabschnitt 53" auf einen zuführenden Abgaskanalabschnitt 48" aufgesetzt. An der Oberseite des Erweiterungsabschnitts 53" geht ein abführender Abgaskanalabschnitt 49" ab. Der Filter bzw. gasdurchlässigem Katalysator 41" ist eingangsseitig im Erweiterungsabschnitt 53" angebracht. Der zuführende

Abgaskanalabschnitt 48" leitet das Abgas in mäandernder Strömung zum Filter bzw. Katalysator 41", dadurch dass der zum Filter bzw. Katalysator 41" führende Abgaskanal gekrümmt ausgestaltet ist. Der Bypass 43" ist als zur Bypassabführöffnung 45" hin spitz zulaufender Schnabel ausgeführt, gefertigt aus zwei Blechteilen 57", 59". Der Schnabel 57", 59" ist unterhalb des Filters 41" quer in den zuführenden Abgaskanal 48" integriert und reduziert vor der Mündung der Bypassabführöffnung 45" den Querschnitt des Abgaskanals 48" zur gegenüberliegenden Wand 58" des Abgaskanals zu einer Engstelle 47". Der zuführende Abgaskanal 48" leitet den Abgasstrom von unten her am unteren Blech 57" des Bypasses 43" entlang dem Engpass 47" zu. Nach der Engstelle 47" weitet sich die Hauptstromführung 42" des Abgaskanals zum Filter 41" hin kontinuierlich und folgt dabei dem oberen Blechteil 59" des Bypasses 43". Die Abgasströmung erfährt um die Mündung der Bypassabführöffnung herum eine Strömungsumlenkung. Der schnabelartige Bypass 43" kann eine Breite haben, die der Breite des Abgaskanals 48" entspricht, wobei die Anforderungen der Norm SN EN 16510-1:2023 vorzugsweise eingehalten werden. Die Abführöffnung 45" kann der Breite des Bypasses 53" und somit des Abgaskanals 48" entsprechen. Umso tiefer der schnabelartige Bypass 43" in den Abgaskanal 48" hinein reicht, desto stärker beeinflusst er das Abgasströmungsmuster. Die Abführöffnung 45" ist somit als Schlitz zwischen den beiden spitz aufeinander zulaufenden Blechteilen 57", 59" ausgeführt. Eine zweite Öffnung bzw. die Rückführöffnung 46" führt am Filter 41" vorbei vom Bypass 43" direkt in den Erweiterungsabschnitt 53 und bildet damit einen alternativen Abströmungsweg, der bei blockiertem Filter 41" relevant wird.

[0109] Fig. 6 zeigt vier Varianten eines Holzfeuerofens mit Abgasreinigungseinrichtung 61, 61', 61". Die Abgasreinigungseinrichtung 61, 61" kann direkt an das Ofengehäuse 63 mit der darin enthaltenen Feuerstätte 65 anschliessen oder davon beabstandet sein. In der Variante gemäss Fig. 6 (a) ist die Abgasreinigungseinrichtung 61 in das Ofengehäuse 63 integriert bzw. an dieses direkt angeschlossen. In der Variante gemäss Fig. 6 (b) ist die Abgasreinigungseinrichtung 61' dem Ofengehäuse 63 beabstandet nachgeschaltet. In der Variante gemäss Fig. 6 (c) ist die Abgasreinigungseinrichtung 61' einem zwischengeschalteten Heizer 67 folgend dem Ofengehäuse 63 beabstandet nachgeschaltet. In der Variante gemäss Fig. 6 (d) ist die Abgasreinigungseinrichtung 61" beheizt. In jedem Fall ziehen die Abgase von der Feuerstätte 65 durch die Abgasreinigungseinrichtung 61, 61', 61" ab, wobei die Abgase zwischen Ofengehäuse 63 und Abgasreinigungseinrichtung 61 durch ein mehr oder weniger langes Abgasrohr 69, 69' fliessen.

[0110] Die Abgasreinigungseinrichtung 61 beinhaltet den oben beschriebenen elektrostatischen Partikelfilter sowie vorzugsweise einen zusätzlichen Filter mit Bypass, wobei z.B. Filter und Bypass als Abgasleitungsabschnitt (wie in Fig. 4 (a) dargestellt) im Abgasrohr integriert dem Abscheideraum vor- oder nachgestellt sein können. Der Filter kann ein gasdurchlässiger Katalysator sein, der ungewollte Gase umsetzt - insbesondere z.B. Kohlenmonoxid (CO) zu Kohlendioxid (CO₂). In Anordnungen, in denen die Abgasreinigungseinrichtung 61 hinter der Feuerstätte soweit nachgeschaltet ist, dass die Abgase bis zur Abgasreinigungseinrichtung so stark abkühlen, dass die Abgasreinigungseinrichtung insgesamt oder Teile davon, wie z.B. der zusätzliche Filter bzw. Katalysator, nicht mehr zuverlässig funktionieren, kann wie in Fig. 6 (c) gezeigt, ein Heizer 67 zwischen Ofengehäuse 63 und Abgasreinigungseinrichtung 61 zwischengeschaltet werden, der die Abgase auf eine gewünschte Temperatur aufheizt. Dieser Heizer 67 kann z.B. am oder im Abgasrohr 69' angeordnet sein, insbesondere z.B. im Abgasrohr 69' integriert sein und/oder das Abgasrohr umfassen.

[0111] Alternativ können Filter direkt beheizt werden, z.B. dadurch, dass die Filter mit einem Heizelement ausgestattet sind bzw. über ein Heizelement beheizt werden. Dies ist insbesondere nützlich, wenn ein Filter als Abgaskatalysator ausgebildet ist. Zum Beispiel kann, wie in Fig. 7 gezeigt, ein Filter 83, der in einem Abgaskanalbereich 81 eingebaut ist, mit einem Heizelement in Kontakt sein.

[0112] Im Weiteren können die Elektroden eines elektrostatischen Partikelabscheiders gegebenenfalls ebenfalls direkt beheizt werden, indem die Elektroden mit Heizelementen ausgestattet sind. Wandelemente eines Abscheideraums 91 eines elektrostatischen Partikelabscheiders können, z.B. als Elektroden 93 ausgeführt, mit integrierten Heizelementen 95 ausgestattet sein, wie in Fig. 8 gezeigt. Durch die Beheizung der Elektroden oder der Wände bzw. des Abscheideraums an sich wird das Kondensieren von Teeren im Abscheideraum und insbesondere auf den Elektroden reduziert. Da ein Teerbelag auf den Elektroden die elektrostatische Partikelabscheidung stören kann und Teerbeläge oft auch nur schwer zu entfernen sind, kann eine Beheizung der Elektroden im Abscheideraum oder der Wände bzw. des Abscheideraums vorteilhaft sein. Aufgrund der reduzierten Teerbelagsbildung bei Beheizung, kann das Zeitintervall bis zur nächsten mechanischen Reinigung der Abgasreinigungsanlage erhöht werden.

[0113] Das Beheizen des Abgases kurz vor Eintritt in eine Abgasreinigungseinrichtung (Fig. 6 (c)), das Beheizen einer Abgasreinigungseinrichtung (Fig. 6 (d)), das Beheizen eines Filters (Fig. 7), insbesondere wenn dieser als Gaskatalysator ausgebildet ist, oder das Beheizen der in einem Abscheideraum einer Abgasreinigungseinrichtung enthaltenen Elektroden (Fig. 8) kann dann besonders nützlich sein, wenn die Abgasreinigungseinrichtung relativ weit vom Ofengehäuse 63 beabstandet ist. Aufgrund der Distanz, die das Abgas vom Ofen bis zur Abgasreinigungseinrichtung zurückzulegen hat, dauert es nach dem Anfeuern zu lange bis das Abgas selbst zu einer Aufheizung führt, was zur Folge haben kann, dass sich die Reinigungswirkung der Abgasreinigungseinrichtung erst verspätet einstellt. Durch das Beheizen können relevante Abgasreinigungseinrichtungsbereiche schneller auf eine adäquate Betriebstemperatur gebracht werden und/oder besser gehalten werden. Abhängig von Grösse, Art und Anordnung von Heizanlage und Abgasreinigungseinrichtung kann eine Beheizung, insbesondere eine der aufgezeigten Beheizungsarten oder eine Kombination sinnvoll sein.

[0114] Alternativ ist es gegebenenfalls möglich vor dem Anfeuern Heizelemente zum Aufwärmen der Abgaseinrichtung oder Teile davon einzusetzen.

[0115] Während vorstehend spezifische Ausführungsformen beschrieben wurden, ist es offensichtlich, dass unterschiedliche Kombinationen der aufgezeigten Ausführungsmöglichkeiten angewendet werden können, insoweit sich die Ausführungsmöglichkeiten nicht gegenseitig ausschliessen.

[0116] Während die Erfindung vorstehend unter Bezugnahme auf spezifische Ausführungsformen beschrieben wurde, ist es offensichtlich, dass Änderungen, Modifikationen, Variationen und Kombinationen ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen gemacht werden können.

BEZUGSZEICHENLISTE:

[0117]

1, 1' - 1''''''	Elektrostatischer Partikelabscheider (Abscheider)
6	Abgas-Eintrittsöffnung des Abscheiders
7, 7'	Abgas-Austrittsöffnung des Abscheiders
8	Abgaskanalabschnitt bzw. eintrittsseitiger Anschluss des Abscheiders an Abgaskanal
9, 9'	Abgaskanalabschnitt bzw. austrittsseitiger Anschluss des Abscheiders an Abgaskanal
11, 11'	Elektrode, diese dient insbesondere als Sprühelektrode
13	Gegenelektrode, diese dient insbesondere als Abscheideelektrode
14	Wandbereiche quer zur Abgasströmungsrichtung ausgerichtet, kann zusätzlich als Abscheideelektrode dienen
15, 15'	Abscheideraum
17, 17'	Isolator
21, 21'	Elektrode, diese dient insbesondere als Sprühelektrode
23, 23' - 23'''	Gegenelektrode, diese dient insbesondere als Abscheideelektrode
25	Zusätzliche Wände bzw. Gegenelektrodenwände mit katalytische ausgeführten Oberflächen
27	Gegenelektrodensegmente
31, 31'	Filter oder gasdurchlässiger Katalysator
33, 33' - 33'''	Bypass
40, 40', 40''	Abgasleitungsabschnitt
41, 41', 41''	Filter oder gasdurchlässiger Katalysator
42, 42', 42''	Hauptabgasstromführung
43, 43', 43''	Bypass
44, 44', 44''	Stufe oder Schulter
45, 45', 45'', 45'''	Abführöffnung
46, 46', 46''	Rückführöffnung
47, 47', 47'', 47'''	Engpass, auch Engstelle oder Einschnürung genannt
48, 48', 48''	Abgasstromaufwärts gelegener Abgasleitungsabschnitt bzw. Abgasleitungsanschluss
49, 49', 49''	Abgasstromabwärts gelegener Abgasleitungsabschnitt bzw. Abgasleitungsanschluss
51, 51', 51''	Filtereintrittsstelle
52	Seitliche Bypassleitung
53', 53''	Erweiterungsabschnitt
55', 55''	Perimeter des Erweiterungsabschnitts
57, 57', 57''	Erster Abschnitt einer Engpassstruktur
58, 58', 58''	Zweiter oder mittlerer Abschnitt der Engpassstruktur
59, 59', 59''	Dritter Abschnitt der Engpassstruktur
61, 61', 61''	Abgasreinigungseinrichtung
63	Ofengehäuse
65	Feuerstätte
67	Heizer
69, 69'	Abgasleitung
71	Heizelement zur Beheizung der Abgasreinigungseinrichtung
81	Abgaskanal
83	Filter, insbesondere ausgeführt als Abgaskatalysator
85	Heizelement zur Beheizung des Filters
91	Abscheideraum eines Elektrostatischer Partikelabscheiders
93	Gegenelektrode
95	Heizelement zur Beheizung der Gegenelektrode

Patentansprüche

1. **Abgasreinigungseinrichtung** (1, 1', 1'', 1''', 1''''', 1''''', 1'''''''), insbesondere zur Reinigung von Abgasen aus mit Holz betriebenen Feuerstätten (65), beinhaltend einen Abscheideraum (15, 15'),

wobei im Abscheideraum (15) wenigstens eine erste Elektrode (11, 11', 21, 21'), welche vorzugsweise als Sprühelektrode ausgelegt ist, und wenigstens eine zweite Elektrode (13, 14, 23, 23', 23'', 23'''), welche als Gegenelektrode ausgelegt ist, angeordnet sind,
wobei der Abscheideraum (15, 15') zwecks Durchleitung eines Abgasstroms, insbesondere eines Abgasstroms einer mit Holz betriebenen Feuerstätte, eine Abgaseintrittsöffnung (6) und eine Abgasaustrittsöffnung (7, 7') aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass, zumindest eine der Elektroden katalytisch ausgeführt ist, d.h. zum Beispiel aus katalytischem Material gefertigt oder katalytisch beschichtet ist.

2. Abgasreinigungseinrichtung nach dem vorangehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine zweite Elektrode bzw. die Gegenelektrode (13, 14, 23, 23', 23'', 23''') katalytisch ausgeführt ist.
3. Abgasreinigungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die wenigstens eine erste Elektrode bzw. die Sprühelektrode (11, 11', 21, 21') katalytisch ausgeführt ist, oder dass die wenigstens eine erste Elektrode bzw. die Sprühelektrode und die wenigstens eine zweite Elektrode bzw. die Gegenelektrode katalytisch ausgeführt sind.
4. Abgasreinigungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine erste Elektrode bzw. die Sprühelektrode (11, 11', 21, 21') mit einer Spannungsquelle, vorzugsweise einer Spannungsquelle im Hochspannungsbereich, insbesondere z.B. im Bereich von 3 kV - 100 kV, ausgestattet ist, und/oder dass die wenigstens eine zweite Elektrode bzw. die Gegenelektrode (13, 14, 23, 23', 23'', 23''') geerdet ist.
5. Abgasreinigungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die katalytisch ausgeführte Elektrode bzw. Elektroden Materialien beinhalten, insbesondere Oberflächen aus Materialien aufweisen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Edelmetallen, insbesondere Gold, Platin und Palladium, anderen Metallen, keramischen Materialien, insbesondere Oxide, z.B. Cerdioxid (CeO₂), Vanadiumpentoxid (V₂O₅), Eisen(III)-oxid (Fe₂O₃), Lanthanoxid (La₂O₃), Titandioxid (TiO₂) und Zirkoniumdioxid (ZrO₂), Salzen, insbesondere Kaliumsalze (K₂CO₃) und Kombinationen davon.
6. Abgasreinigungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die katalytisch ausgeführte Elektrode bzw. Elektroden, insbesondere deren Oberflächen aus Schaummaterialien, z.B. Keramikschaum, Metallschaum oder polymeren Schaumstoffen gefertigt sind, die selbst katalytisch wirken oder eine katalytisch wirkende Beschichtung aufweisen, wobei als die Schaummaterialien Schaumkeramik, z.B. im Wesentlichen bestehend aus der Gruppe beinhaltend Siliciumcarbid, Aluminiumoxid, Cordierit, Zirkoniumoxid oder Kombinationen davon, oder metallischer Schaum, z.B. im Wesentlichen bestehend aus Edelstahl oder FeCrAl bevorzugt sind.
7. Abgasreinigungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektrode bzw. die Sprühelektrode (11') scheibenförmig ausgeführt ist, wobei eine Schaumkeramikscheibe als Sprühelektrode besonders bevorzugt ist und/oder die scheibenförmige Sprühelektrode bevorzugt im Wesentlichen im Abgasstrom quer zum Abgasstrom angeordnet ist.
8. Abgasreinigungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Abscheideraum (15) im Abgasstrom ein Filter (31, 31', 41, 41', 41'') vor und/oder nachgeschaltet ist und ein Bypass (33, 33', 33'', 33''', 43, 43', 43'') um den Filter (31, 31', 41, 41', 41'') oder um den Filter (31, 31') und den Abscheideraum (15) geführt ist, wobei ein vorgeschalteter Filter (31') besonders bevorzugt ist.
9. **Abgasreinigungseinrichtung** (1''', 1''', 1''''', 1'''''''), insbesondere zur Reinigung von Abgasen aus mit Holz betriebenen Feuerstätten (65), beinhaltend einen Abscheideraum (15, 15'), wobei im Abscheideraum (15, 15') wenigstens eine erste Elektrode (11, 11'), welche vorzugsweise als Sprühelektrode ausgelegt ist, und wenigstens eine zweite Elektrode (13, 14), welche als Gegenelektrode ausgelegt ist, angeordnet sind, wobei der Abscheideraum (15, 15'), zwecks Durchleitung eines Abgasstroms, insbesondere eines Abgasstroms einer mit Holz betriebenen Feuerstätte, eine Abgaseintrittsöffnung (6) und eine Abgasaustrittsöffnung (7, 7') aufweist, vorzugsweise gemäss einem der Ansprüche 1-8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasreinigungseinrichtung wenigstens mit einem Filter (31, 31', 41, 41', 41'') und einem Bypass (33, 33', 33'', 33''', 43, 43', 43''), insbesondere einem Bypass um zumindest den wenigstens einen Filter, ausgestattet ist.
10. Abgasreinigungseinrichtung nach dem vorangehenden Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Bypass von einem Engpass (47) des Abgasstroms abgeht, insbesondere von einem Engpass in einem zur Abgaseintrittsöffnung (6) führenden Abgaskanalabschnitt (8) oder in einem von der Abgasaustrittsöffnung (7, 7') abführenden Abgaskanalabschnitt (9, 9'), insbesondere von einer Stelle oder Passage (58, 58', 58'') des geringsten Querschnitts des Engpasses (47, 47', 47'').
11. Abgasreinigungseinrichtung nach dem vorangehenden Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Engpass (47, 47', 47'') im Wesentlichen von zwei gegeneinander gerichteten, sich aufeinander zulaufend verengenden Strukturen

(57, 57', 57" bzw. 59, 59', 59") gebildet wird, welche dort wo sie sich vereinen zweckmässigerweise eine Stelle oder Passage (58, 58', 58") des geringsten Querschnitts des Engpasses (47, 47', 47") bilden.

12. Abgasreinigungseinrichtung nach einem vorangehenden Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Engpass (47") gegenüber dem Filter (41") exzentrisch angeordnet ist, wobei der Engpass (47") an seiner Stelle oder Passage (58, 58', 58") des geringsten Querschnitts zwei einander gegenüberliegende Seitenbereiche aufweist, der erste Seitenbereiche auf maximal exzentrische Seite und der zweite Seitenbereich auf minimal exzentrischer Seite des geringsten Querschnitts gegenüber dem Filter (41"), wobei der Bypass (43") im Wesentlichen vom minimal exzentrischen Seitenbereich abführt.
13. Abgasreinigungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der dem Engpass abgasströmungsaufwärts vorangestellte Abgaskanalabschnitt derart ausgebildet ist, dass der Engpass schräg angeströmt wird, insbesondere so dass die Abgasströmung im Engpass (47") über eine Abzugsöffnung (45") des Bypasses hinweg eine Umlenkung erfährt.
14. Abgasreinigungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass dem Abscheideraum (15, 15') im Abgasstrom der Filter (31, 31') vor- und/oder nachgeschaltet ist und der Bypass (33, 33', 33") um den Filter (31, 31', 41, 41', 41") oder um den Filter (31, 31') und den Abscheideraum (15) geführt ist, wobei ein vorgeschalteter Filter (31') besonders bevorzugt ist.
15. Abgasreinigungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Filter (31, 31', 41) ein gasdurchlässiger Katalysator ist.
16. **Holzfeuerungsanlage** umfassend ein Ofengehäuse (63) mit Feuerstätte (65) und eine Abgasreinigungseinrichtung (61, 61') nach einem der vorangehenden Ansprüche 1-15.
17. Holzfeuerungsanlage nach dem vorangehenden Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasreinigungseinrichtung (61, 61') im Ofengehäuse (63) integriert oder auf das Ofengehäuse (63) aufgesetzt ist.
18. Holzfeuerungsanlage nach einem der vorangehenden Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass Ofengehäuse (63) und Abgasreinigungseinrichtung (61, 61') derart aufeinander abgestimmt und ausgeführt sind, dass sich bei Betrieb der Anlage die Temperatur zumindest einer der katalytisch ausgeführten Elektroden (11, 11', 21, 21', 13, 14, 23, 23', 23", 23"), vorzugsweise zumindest einer katalytisch ausgeführten Gegenelektrode (13, 14, 23, 23', 23", 23"), auf eine vorbestimmte Betriebstemperatur einregelt oder einregeln lässt, bei welcher Partikel, insbesondere Russ- oder Teerpartikel, die sich während des Betriebs der Anlage auf der zumindest einen katalytisch ausgeführten Elektrode abscheiden, abbrennen können.
19. Holzfeuerungsanlage nach dem vorangehenden Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass Ofengehäuse (63) und Abgasreinigungseinrichtung (61, 61') dadurch aufeinander abgestimmt und ausgeführt sind, dass die zumindest eine der katalytisch ausgeführten Elektroden (11, 11', 21, 21', 13, 14, 23, 23', 23", 23") aufgrund der Wärmeenergie des Abgasstroms, welcher im Betrieb von der Feuerstätte abströmt, auf der vorgenannten Betriebstemperatur gehalten werden kann.
20. Abgasreinigungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1-15 oder Holzfeuerungsanlage nach einem der Ansprüche 16-19, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasreinigungseinrichtung bzw. die Holzfeuerungsanlage mit einer Heizung ausgerüstet ist zur Beheizung der katalytisch ausgeführten Elektroden (93), des wenigstens einen Filters (83), des Abscheideraums und/oder der Abgasreinigungseinrichtung (61"), zumindest beim Anfeuern, sodass eine gegenüber der Raumtemperatur erhöhte Betriebstemperatur der jeweiligen Komponente nach dem Anfeuern möglichst rasch erreicht werden kann.

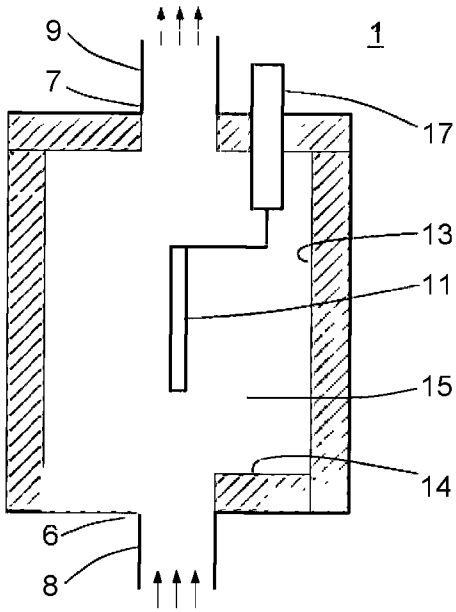


Fig. 1 (a)

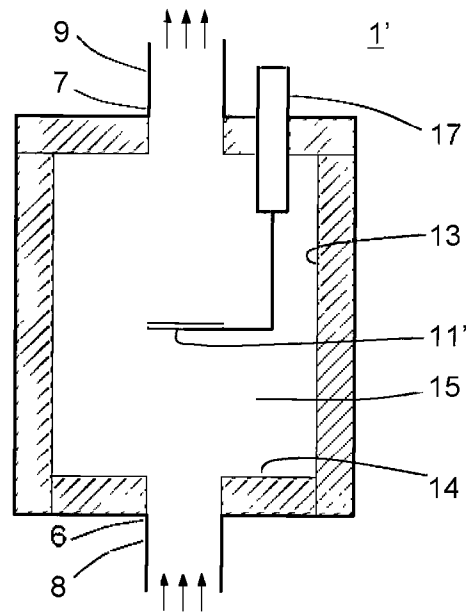


Fig. 1 (b)

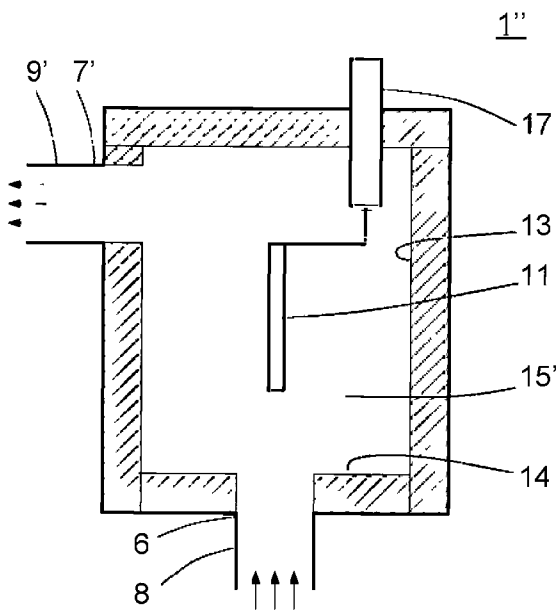


Fig. 1 (c)

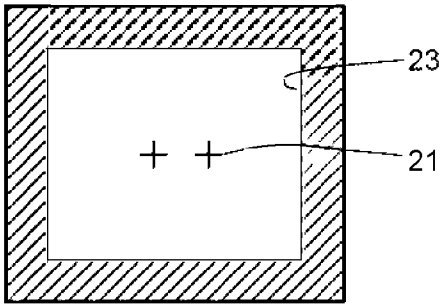


Fig. 2 (a)

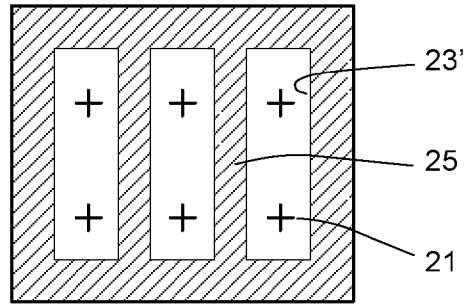


Fig. 2 (b)

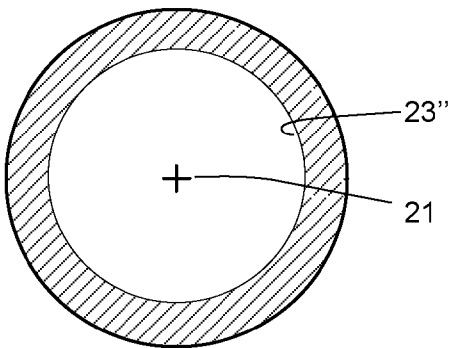


Fig. 2 (c)

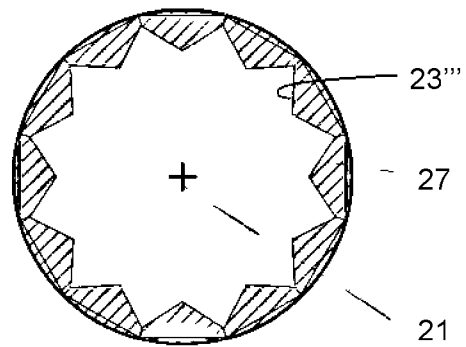


Fig. 2 (d)

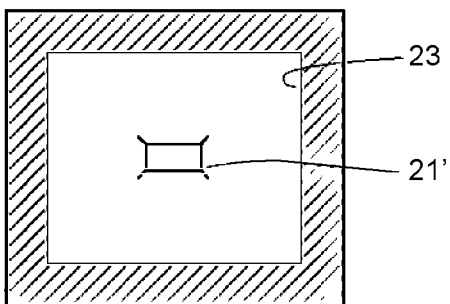


Fig. 2 (e)

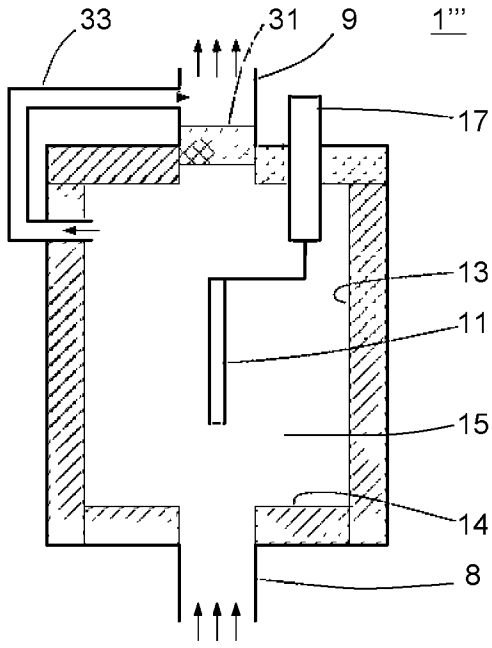


Fig. 3 (a)

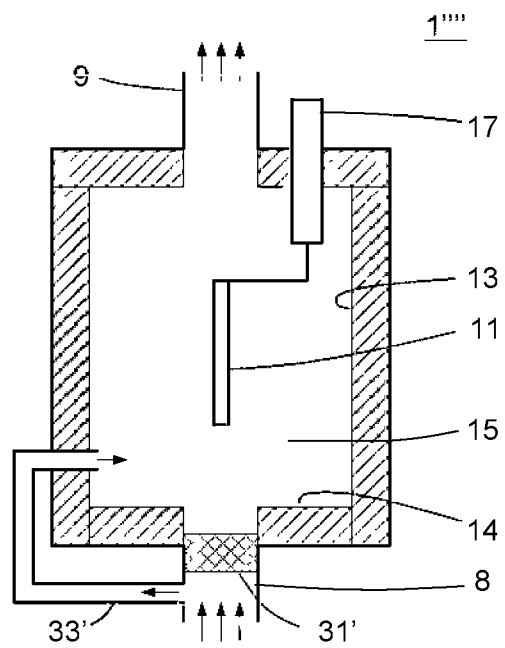


Fig. 3 (b)

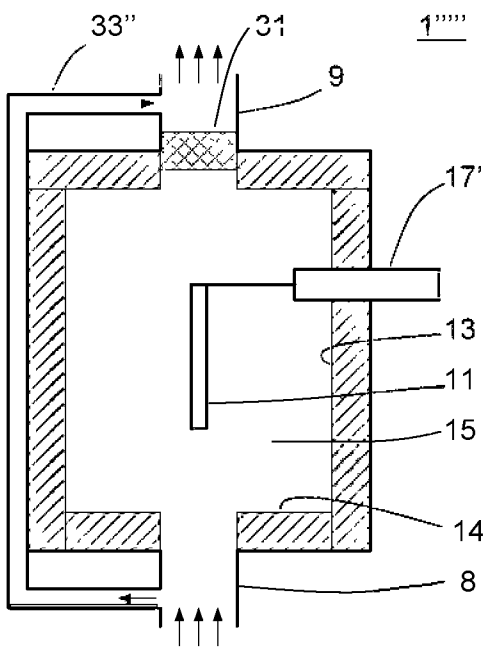


Fig. 3 (c)

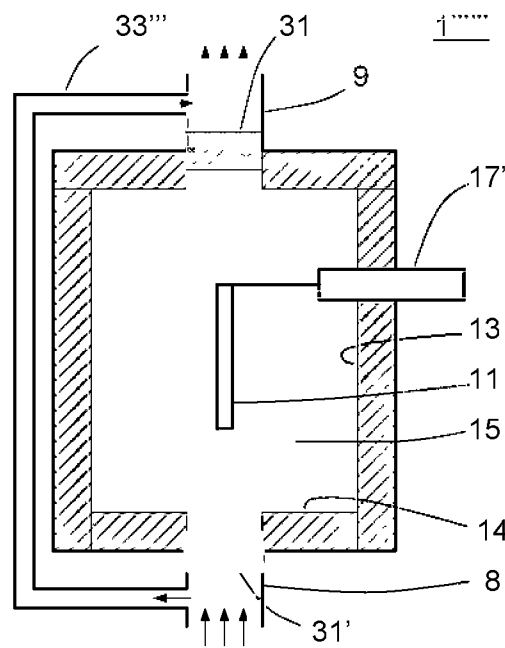


Fig. 3 (d)

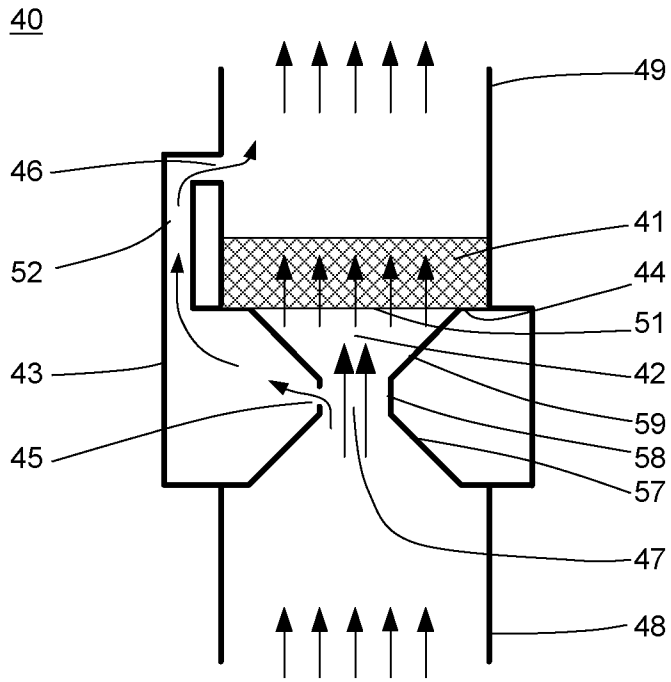


Fig. 4 (a)

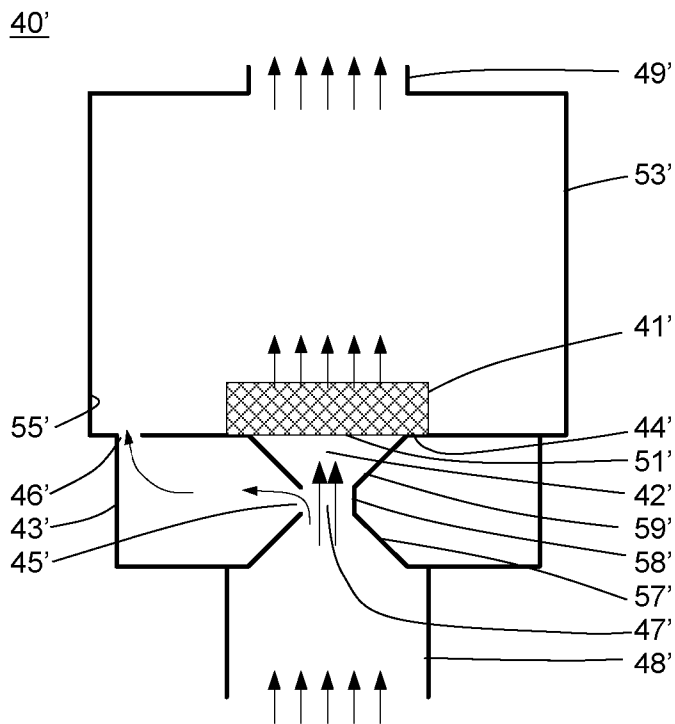


Fig. 4 (b)

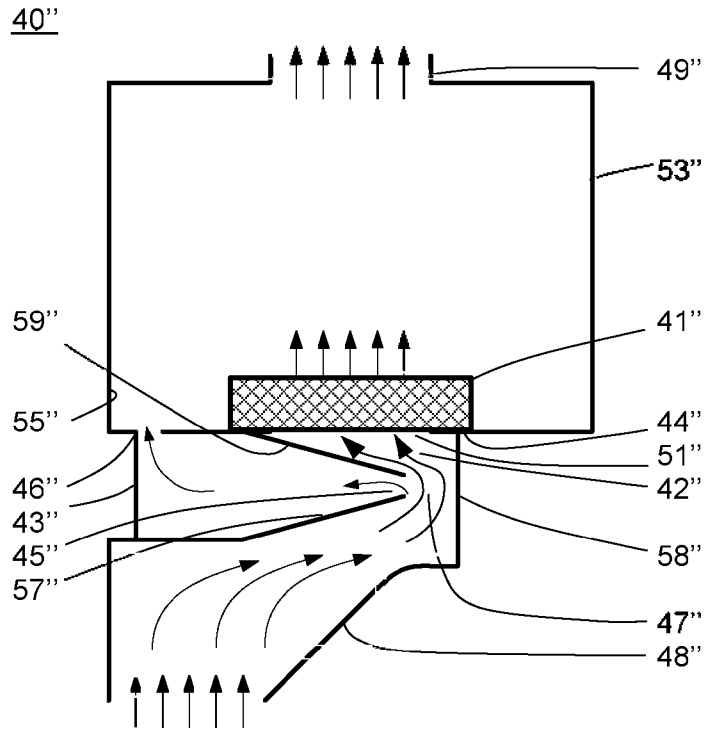


Fig. 4 (c)

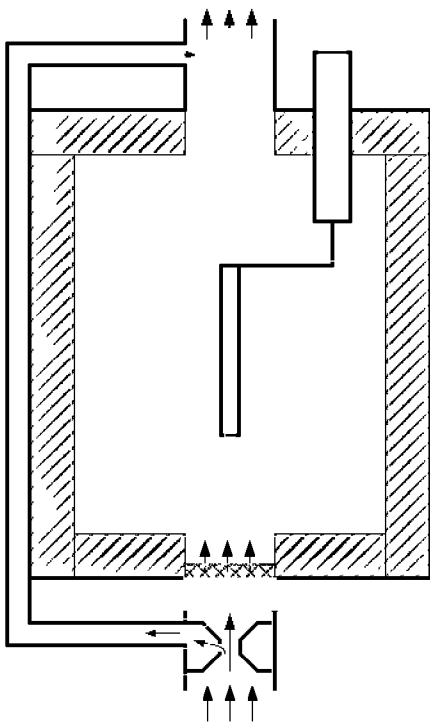


Fig. 5 (a)

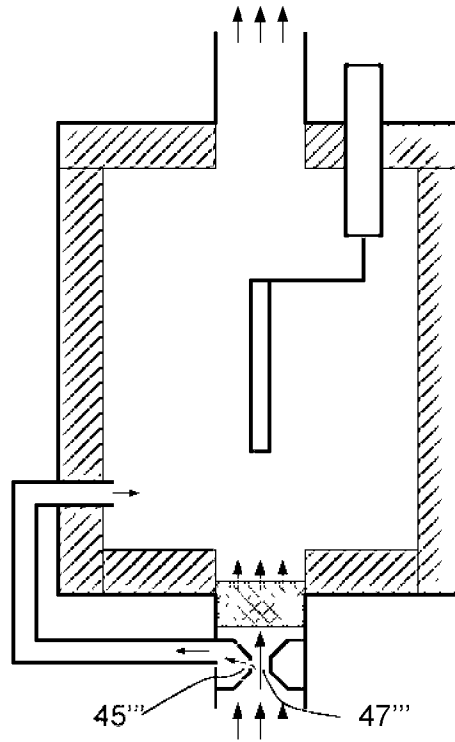


Fig. 5 (b)

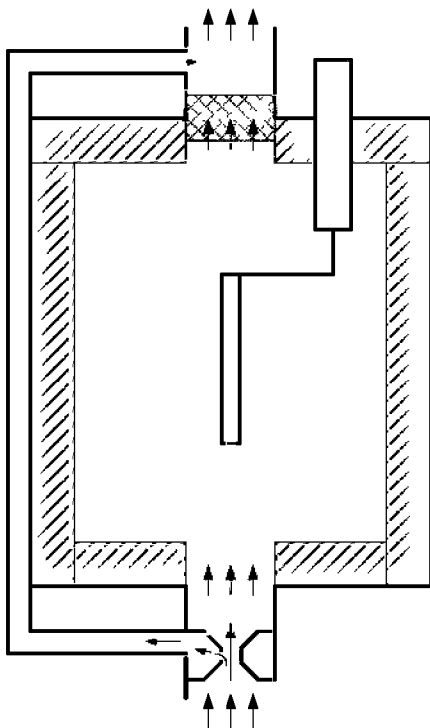


Fig. 5 (c)

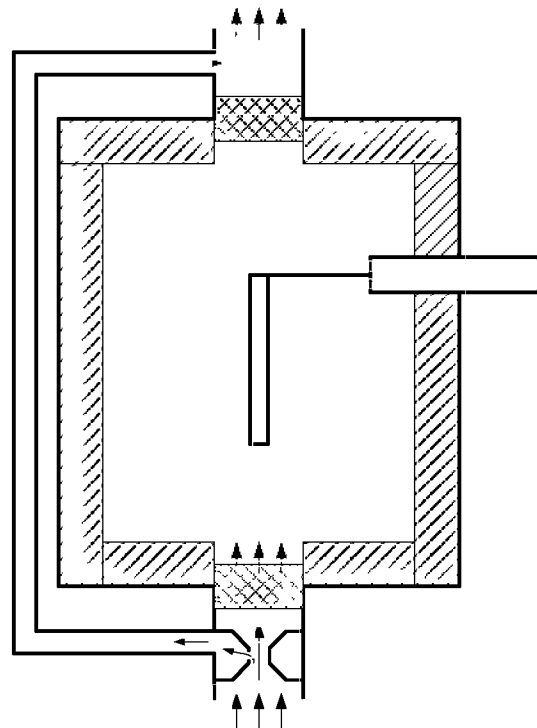


Fig. 5 (d)

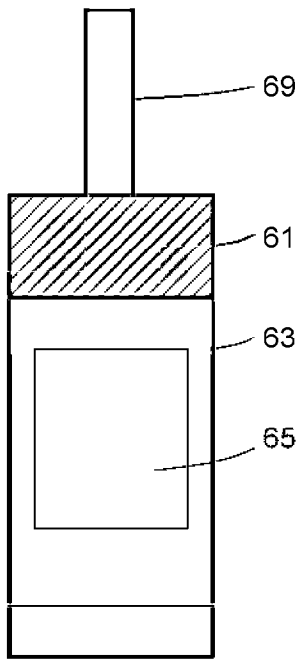


Fig. 6 (a)

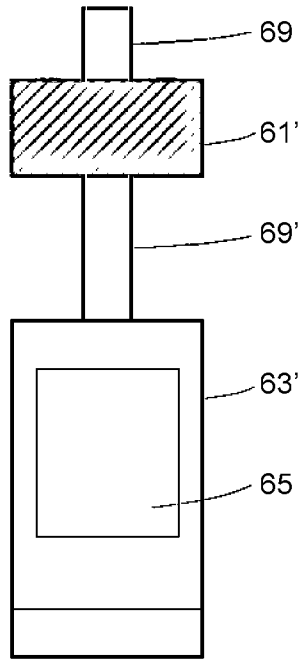


Fig. 6 (b)

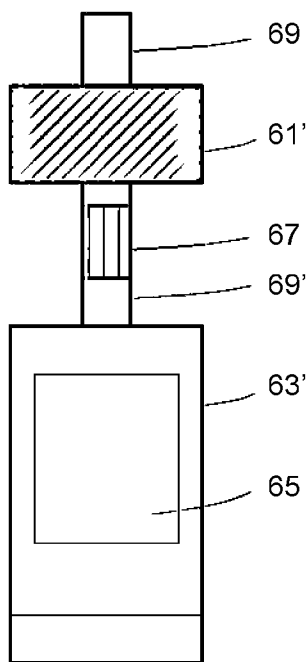


Fig. 6 (c)

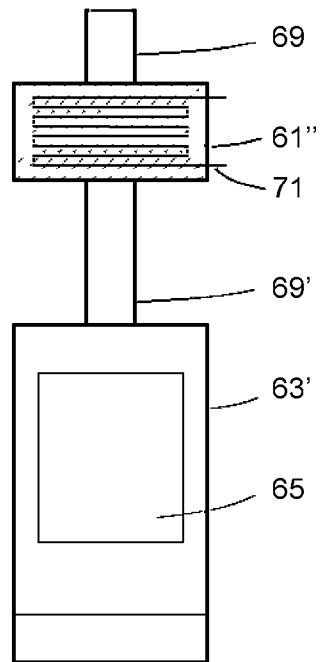


Fig. 6 (d)

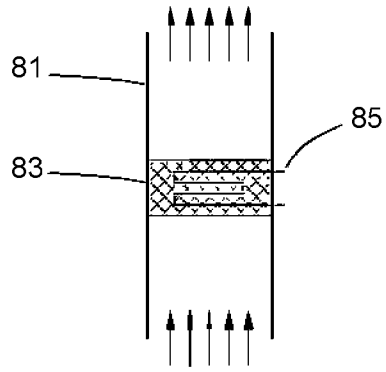


Fig. 7

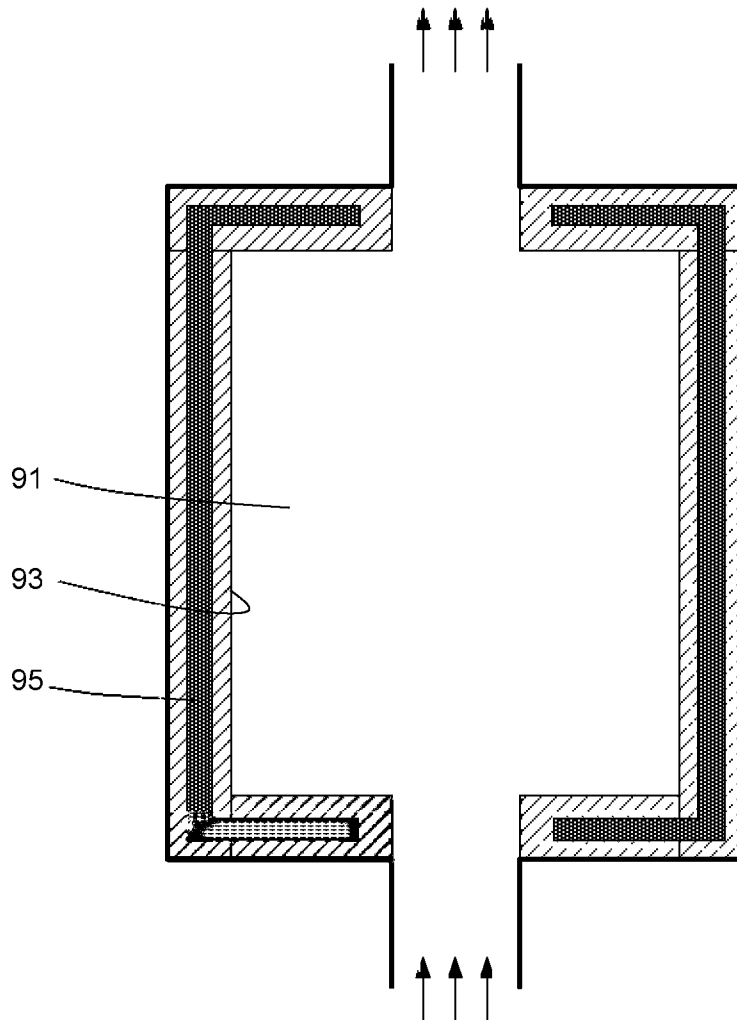


Fig. 8

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG		AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS	
		05975-25133	
Nationales Aktenzeichen		Anmeldedatum	
10312023		19-09-2023	
Anmeldeland		Beanspruchtes Prioritätsdatum	
CH			
Anmelder (Name)			
OekoSolve AG			
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art		Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat	
01-02-2024		SN85645	
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)			
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC			
Siehe Recherchenbericht			
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE			
Recherchierter Mindestprüfstoff			
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole		
IPC	Siehe Recherchenbericht		
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen			
III. <input checked="" type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			
IV. <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			

Formblatt PCT/ISA 201 A (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche
CH 10312023

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B03C3/011 B03C3/019 B03C3/36 B03C3/41 B03C3/49	
	B03C3/60 B03C3/62	
ADD. Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B03C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE Siehe Ergänzungsblatt C -----</p> <p>FR 2 944 091 A1 (FONDIS SA [FR]) 8. Oktober 2010 (2010-10-08) * Seite 6, Zeile 5 - Seite 9, Zeile 19 * * Anspruch 1 * * Abbildungen 1-5 *</p> <p>----- -/--</p>	1,2,4-7, 16-20
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"I" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgefüllt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art		Absenddatum des Berichts über die Recherche internationaler Art
5. April 2024		
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Jorna, Pieter

2

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 10312023

D.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2006 021133 A1 (INST EN UND UMWELTTECHNIK E V [DE]) 10. Januar 2008 (2008-01-10) * Absatz [0001] - Absatz [0004] * * Absatz [0014] * * Absatz [0030] - Absatz [0032] * * Absatz [0047] - Absatz [0051] * * Absatz [0057] - Absatz [0059] * * Absatz [0066] - Absatz [0067] * * Absatz [0073] - Absatz [0076] * * Abbildungen 1-3 * -----	1, 2, 4-7, 16-20
X	US 5 300 270 A (KRIGMONT HENRY V [US] ET AL) 5. April 1994 (1994-04-05) * Spalte 1, Zeile 5 ~ Zeile 41 * * Spalte 2, Zeile 57 - Spalte 4, Zeile 21 * * Abbildungen 1-3 * -----	1, 2, 4-7
X	US 5 424 044 A (KALKA DANIEL S [US]) 13. Juni 1995 (1995-06-13) * Spalte 1, Zeile 14 ~ Zeile 57 * * Spalte 2, Zeile 38 ~ Zeile 45 * * Spalte 3, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 38 * * Abbildungen 1-3 * -----	1, 2, 4-7
X	US 2023/249195 A1 (PRADLER JOHANNES [PH] ET AL) 10. August 2023 (2023-08-10) * Absatz [0066] - Absatz [0068] * * Absatz [0073] - Absatz [0074] * * Absatz [0079] - Absatz [0083] * * Absatz [0089] - Absatz [0093] * * Absatz [0103] * * Absatz [0106] * * Abbildungen 1-5 * -----	1-7

**UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE
ERGÄNZUNGSBLATT C**

Nummer der Anmeldung

SN 85645

CH 10312023

Für bestimmte Ansprüche wurde kein Recherchenbericht erstellt, weil sie sich auf Teile der Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich:

Vollständig recherchierbare Ansprüche:

1-7

Unvollständig recherchierte Ansprüche:

16-20

Nicht recherchierte Ansprüche:

8-15

Grund für die Beschränkung der Recherche:

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Es wurde nur nach der ersten Erfindung gesucht.

1) Erste Erfindung, Ansprüche 1-7, und 16-20, sofern abhängig von einem der Ansprüche 1-7.

Abgasreinigungseinrichtung wobei zumindest eine der Elektroden katalytisch ausgeführt ist.

2) Zweite Erfindung, Ansprüche 8-15, und 16-20, sofern abhängig von einem der Ansprüche 8-15.

Abgasreinigungseinrichtung ausgestattet mit einem Filter und einem Bypass um den Filter.

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 10312023

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2944091	A1	08-10-2010	EP 2417396 A1 15-02-2012
			FR 2944091 A1 08-10-2010
			WO 2010116049 A1 14-10-2010

DE 102006021133	A1	10-01-2008	KEINE

US 5300270	A	05-04-1994	JP H06182253 A 05-07-1994
			US 5300270 A 05-04-1994

US 5424044	A	13-06-1995	CA 2145111 A1 24-09-1995
			US 5424044 A 13-06-1995

US 2023249195	A1	10-08-2023	CA 3187629 A1 24-02-2022
			CN 115942984 A 07-04-2023
			EP 4200058 A2 28-06-2023
			US 2023249195 A1 10-08-2023
			WO 2022037973 A2 24-02-2022
