

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 183/2008
(22) Anmeldetag: 05.02.2008
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2009

(51) Int. Cl.⁸: **B03C 3/66** (2006.01)
B03C 3/49 (2006.01)

(30) Priorität:
05.02.2007 CH 267/07 beansprucht.

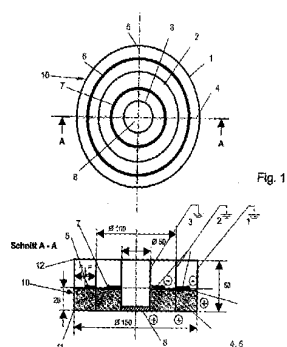
(56) Entgegenhaltungen:
JP 5802053A

(73) Patentinhaber:
WASSER- UND ELEKTRIZITÄTWERKE
DER GEMEINDE BUCHS
CH-9471 BUCHS (CH)

(72) Erfinder:
REBSAMEN ROLAND
BUCHS (CH)

(54) **ELEKTROSTATISCHER FEINSTAUBFILTER, VERFAHREN ZUR FEINSTAUBABSCHEIDUNG, ANWENDUNG DES ELEKTROSTATISCHEN FEINSTAUBFILTERS UND STEUERUNG FÜR DEN ELEKTROSTATISCHEN FEINSTAUBFILTER**

(57) Die Erfindung betrifft einen elektrostatischen Feinstaubfilter für Rauchgasreinigung mit einem Ionisationsteil (10) einschließend eine oder mehrere Sprühelektroden (6,7) die im Betriebszustand ein elektrostatisches Feld zwischen sich und unterschiedlich gepolten Flächen (1,2,3) aufbauen und mindestens einem Filterteil (30,40,50), sowie mit einem Thermogenerator (24,25) als Spannungsquelle (24,25) zur Erzeugung einer elektrischen Hochspannung für den Ionisationsteil (10) und den Filterteilen (30,40,50), wobei der Thermogenerator seine Energie aus dem heißen Rauchgas zieht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektrostatischen Feinstaubfilter mit einem Ionisationsteil und einem Filterteil. Sein Einsatzgebiet sind bevorzugt Hauskamine.

[0002] Der Feinstaub ist seit einigen Jahren besonders in der Winterzeit ein Thema von öffentlichem Interesse.

[0003] In den großen städtischen Räumen wird die Feinstaubgrenze oft massiv überschritten. Der Grund dafür ist, dass bei den häufig auftretenden Inversionslagen zu wenig Luftaustausch stattfindet und somit die Konzentration der Festpartikel in der Luft stetig ansteigt.

[0004] Verschiedene Studien beweisen, dass Feinstaub, besonders Partikel kleiner als 1 µm im Durchmesser, die Gesundheit gefährden, indem sie bis in die Lungenbläschen gelangen (Mögliche Folgen: Husten, Bronchitis, Asthma, Herz-Kreislaufkrankungen und Lungenkrebs).

[0005] Der Feinstaub stammt aus verschiedenen Quellen unter anderem aus Holzheizungen.

[0006] In Bezug auf die Überschreitung der Feinstaubgrenzwerte wird die Bedeutung der Holzheizungen noch verschärft, da sie während der bezüglich Feinstaub kritischen kalten Jahreszeit betrieben werden. Zudem fallen ihre Emissionen im Siedlungsraum an. Somit ist der Beitrag der Holzfeuerungen zur lokalen Feinstaubbelastung im Winter noch deutlich höher als im Jahresdurchschnitt. Maßnahmen zur Verminderung der Feinstaubemissionen aus Holzfeuerungen sind deshalb besonders wichtig.

[0007] Elektrostatische Feinstaub-Abscheidegeräte sind in ihrem grundsätzlichen Aufbau bekannt und beispielsweise in "ULLMANN'S Enzyklopädie der Technischen Chemie", Band 1, 1951, Seiten 379/380 bzw. auch in Dubbel's "Taschenbuch für den Maschinenbau," Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 17th Edition 1990, Page L 54, Illustration 19. beschrieben.

[0008] Staubbeladenes Abgas strömt dabei durch Platten oder Rohre, die mit einer Sprühelektrode ausgerüstet sind, wobei die Sprühelektrode unter einer hohen elektrischen Negativspannung steht. Siehe Beschreibung von z.B. US-A-5766319 bzw. von DE-A-3324803.

[0009] Die Sprühelektrode ist meist als Draht ausgebildet der in eine Kammer eingehängt ist. Die Kammer ist stehend angeordnet und wird vom zu reinigenden Gas von unten nach oben durchströmt. Siehe z.B. GB-A-1395323. Der Draht ist mit einer Isolierung abströmseitig gehalten, während sein zur Einstromseite gelegenes Ende in der Mitte der Kammer gehalten wird. Die Kammer ist im wesentlichen als ein geerdetes Metallrohr ausgeführt, an dessen Innenwand sich der Staub niederschlägt, während der negativ gespannte Draht mit einer Hochspannungsmaschine auf etwa 30 bis 80 kV gehalten ist. Die Spannungsquelle ist bei diesen bekannten Geräten extern und erfordert entsprechende Zuleitungen und Installationsmassnahmen. Für abgelegene Heizanlagen im Gebirge, Jagdhütten o.dgl. ohne Strom-Netz sind solche bekannten Geräte daher nicht einsetzbar.

[0010] Die JP-A-61050657 zeigt einen Luftreiniger mit mehreren Sprühelektroden und einen darauf folgenden Plattenabscheider, wobei die Platten gegenüber der Sprühelektrode auf einem unterschiedlichen elektrischen Potential liegen.

[0011] Die GB-A-1395323 bzw. die DE-A-2222538 zeigen einen elektrostatischen Staubabscheider, und es wird z.B. auf das Problem der Ozonentstehung eingegangen. Bei diesen bekannten Aufbauten wird die Ionisierung - die gegebenenfalls zu Ozonbildung führen kann - über einen Regelkreis gesteuert. Der Ionisationsstrom ist darin so schwach bemessen, dass kein wesentlicher Anteil an Ozon im Gastrom auftritt. Weiters ist die Strömungsgeschwindigkeit des Gases gering gehalten, so dass sich der Staubgehalt in der Abscheidungskammer reduziert. Die Anströmung erfolgt von unten nach oben, wobei nach einem Ionisationsteil der Abscheideteil folgt, der Querschnitt des Filters kann kreisförmig oder rechteckig sein.

[0012] Der weitere bekannte Stand der Technik zeigt im Wesentlichen industrielle Lösungen zur Reduzierung der Feinstaubbelastung in Verbrennungskraftmaschinen z.B. Feinstaubabscheider

in den Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen, z.B. EP-A-1640573 oder EP-A-0770766. Die Strömungsgeschwindigkeiten des Gases sind bei solchen Aufbauten jedoch höher und die Durchmesser geringer als z.B. in einem Kamin. Derartige Anlagen lassen sich daher nicht einfach für Kaminanwendungen übertragen. Die Spannungsversorgung ist dort jedenfalls ebenfalls extern.

[0013] Die WO-A-98/10868 zeigt eine Vorrichtung für die Reinigung eines staubbeladenen Gasstroms mit getrenntem Ionisationsteil und einem Filterteil. Fig. 1 der WO-A-98/10868 zeigt einen Ionisationsteil mit einer Sprühelektrode. Außen befinden sich geerdete Platten. Davon abgesetzt ist der Filterteil, wobei die mittlere und die beiden äußeren Platten auf Masse gelegt sind und die beiden mittleren Platten negatives oder positives Potential haben. Die Spannungsversorgung erfolgt hier auch extern.

[0014] Der Aufbau eines Filters gemäß der WO-A-98/10868 ist ein weiterer Stand der Technik zu dem erfindungsgemäßen Feinstaubfilter. Im Schnittbild seiner Rohre und in der Anordnung des elektrostatischen Potentials kommt der erfindungsgemäße Aufbau nahe zu dem Platten-Aufbau der WO-A-98/10868. Die Verteilung der Spannung im Filterteil ist ähnlich aufgebaut wie in der WO-A-98/10868, innen wie außen ist Masse angelegt und dazwischen ein elektrostatisches negatives Potential. Dadurch baut sich zwischen der Außenseite des inneren Rohres sowie der Innenseite des mittleren Rohres ein elektrostatisches Feld auf. Weiters baut sich an der Innenfläche des äußeren Rohres und der Außenfläche des mittleren Rohres ebenfalls ein elektrostatisches Feld auf. In diesen Feldern findet die Abscheidung der elektrisch geladenen Teilchen statt. Die Sprühelektrode ist gemäß der WO-A-98/10868 z.B. aus Kohlefasern aufgebaut, und die Platten haben einen hohen elektrischen Widerstand. Sie sind z.B. aus Papier aufgebaut, im Gegensatz zur Erfindung, wo die Rohre bevorzugt aus Edelstahlblech bestehen und die Sprühelektrode bevorzugt aus z.B. Kupferdraht. In der WO-A-98/10868 gibt es keine Hinweise auf die Erzeugung der Spannung für die Erzeugung der Elektrostatik. Der Fachmann darf jedoch davon ausgehen, dass die Spannungsversorgung auch bei diesem Aufbau von Extern erfolgt, wie bei allen anderen elektrostatischen Rauchgasreinigungsgeräten auch, die dem Stand der Technik zuzuordnen sind.

[0015] Die JP58202053 A offenbart einen kabellosen elektrischen Staubabscheider mit einer Wärmequelle, die von einem Petroleumtank gespeist wird. Über der Flamme ist ein Metallnetz angebracht und daneben ein Reflektor. Eine Vielzahl von Thermoelementen ist an Metallfassungen in der Nähe der Wärmequelle angebracht. Diese Thermoelemente geben bei 1000 °C eine Spannung von 0,8V ab, sind in Serie geschaltet werden umgewandelt und hochtransformiert und betreiben ein Gebläse und dienen zur elektrischen Aufladung von Elektroden eines Staubabscheiders. Der gereinigte Rauch tritt durch eine Abgasöffnung aus.

[0016] Aufgabe der Erfindung ist es, gegenüber diesem nächstliegenden Stand der Technik einen verbesserten und kostengünstigen elektrostatischen Feinstaubfilter für die Rauchgasreinigung z.B. in Hauskaminen mit Holzfeuerungen bereitzustellen, der bevorzugt aus leicht zerlegbaren Modulen wie Ionisationsteil einschließlich einer oder mehrerer Sprühelektroden und mindestens einem Filterteil mit Staubabscheidung bestehen kann und ohne externe Spannungsversorgung zur Erzeugung einer elektrischen Hochspannung für den Ionisationsteil und den Filterteilen auskommt.

[0017] Gelöst wird diese Aufgabe mit den Mitteln des Anspruchs 1, dem Verfahren nach Anspruch 11 und einer Steuerung nach Anspruch 13. Ein Merkmal des erfindungsgemäßen Feinstaubfilters ist somit, dass das System ohne externe Stromversorgung arbeitet, indem die elektrische Energie direkt aus der Abwärme im Kamin gewonnen wird. Die Spannung zum Aufbau des elektrostatischen Feldes wird direkt durch die Heizwärme mittels Peltierelement erzeugt. Diese Spannungsversorgung für elektrostatische Feinstaubfilter hat verschiedene Vorteile, die über den grundsätzlichen Vorteil gegenüber einer externen Spannungsquelle hinausgeht, z.B. steht nur dann eine Hochspannung in Ionisationsteil und im Filterteil an, wenn tatsächlich geheizt wird. Das ist energiesparend und reduziert sicherheitstechnische Probleme. Wenn ein Kamin beheizt wird, sind seine Abgasrohre aufgrund der Hitzeentwicklung ohnedies dem einfachen menschlichen Zugriff verwehrt. Gerade dann aber findet auch die Erzeugung und Anwen-

dung der Hochspannung statt. Bei einem herkömmlichen Gerät mit externer Spannungsversorgung, kann die Hochspannung jedoch auch im ausgekühlten Zustand der Abgasrohre anliegen und somit eine potentielle Gefahr für unachtsame Personen darstellen.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführung erfolgt die erfindungsgemäße Regelung der Hochspannung derart, dass möglichst kein Ozon durch die elektrostatische Entladung entsteht und dabei trotzdem eine bestmögliche elektrostatische Aufladung der Feinstaubteilchen und eine Abscheidung im Filterteil erfolgt.

[0019] Der erfindungsgemäße elektrostatische Filter lässt sich einfach in bestehende Kamine einbauen und filtert bis zu 90% des bei der Feuerung entstehenden Feinstaubes heraus. Der Filter ist ökologisch und ökonomisch vorteilhaft, weil damit auch ältere Heizsysteme umweltschonend weiter genutzt werden können. Durch die Erfindung können bestehende ältere Heizsysteme jeglicher Art, „feinstaubtauglich“ gemacht werden. Die Erfindung ist somit auf Holzheizungen nicht eingeschränkt.

FUNKTION DES ERFINDUNGSGEMÄßEN ELEKTROSTATISCHEN FEINSTAUBFILTERS:

[0020] Die Rauchgase, die durch den Kamin strömen, werden in einer ersten Sektion ionisiert (Fig.1). Dabei wird jedem Feinstaubpartikel ein Ladungsträger in Form eines oder mehrerer Elektronen angeheftet, um es negativ zu laden. Im elektrostatischen Filterteil (Fig.2 und Fig.3) wird mit einem starken elektrischen Feld das geladene Staubpartikel auf die Innenseite des Außenrohres bzw. Außenseite des innersten Rohres gezogen und dort abgelagert.

DETAILS DES AUFBAUS:

[0021] Der erfindungsgemäße elektrostatische Feinstaubfilter besteht vorzugsweise aus einem Blechrohrsystem, welches in jeden genormten - im Wesentlichen krümmungsfreien - Kamin einführbar ist. Er setzt sich gemäss einer besonderen Ausgestaltung aus drei Teilsystemen zusammen:

1. IONISATIONSTEIL:

[0022] Beim Eintritt ins Filtersystem werden die Rauchabgase in einer ersten Sektion ionisiert. Dabei werden in einem speziell ausgeprägten elektrischen Feld auf die Feinstaubpartikel elektrostatische Kräfte ausgeübt, die das Ladungsgleichgewicht beeinflussen und dadurch die Feinstaubpartikel elektrisch laden. Dazu ist eine Spannung von ca. 5'000V bis 10'000V notwendig.

[0023] Diese Spannung wird von der integrierten Steuerung gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung automatisch den jeweiligen Umgebungsbedingungen bzw. Eigenschaften des Rauchgases angepasst, so dass möglichst keine unkontrollierten elektrischen Durchschläge (Blitze) entstehen um eine Ozonisierung der Abgase und in der Folge der Umgebungs-Luft zu vermeiden.

2. ELEKTROSTATISCHER FILTER:

[0024] Die durch die Ionisation geladenen Feinstaubpartikel werden im abströmseitig anschließenden Rohrsystem durch das elektrische Feld zu einer sogenannten Sammelelektrode (Fig.2, Fig. 3) bzw. Filterteilen hin beschleunigt und lagern sich auf dieser Elektrode ab. Diese Elektrode muss von Zeit zu Zeit vom abgelagerten Feinstaub gesäubert oder ausgetauscht werden, damit die Effizienz des Reinigungsvorgangs des Rauchgases nicht beeinträchtigt wird.

[0025] Der Reinigungsvorgang der Elektroden erfolgt gemäss einer besonderen Ausgestaltung jedoch auch automatisch durch eine Umkehrung des elektrischen Feldes. Dieser Reinigungsvorgang wird gegebenenfalls in einer „kühlen“ Phase des Kamins mit zwischengespeicherter Energie gefahren, so dass die Filterwirkung nicht beeinträchtigt wird. Der abgelöste Feinstaub wird im Sammelbehälter (Fig.5) wieder aufgefangen. Dieser Sammelbehälter muss dann in einem bestimmten Intervall geleert werden. Alternativ kann die Sammelelektrode auch austauschbar oder mechanisch reinigbar sein. Je nach Ofenkonstruktion und Kaminaufbau kann

auf den Sammelbehälter u.U. auch verzichtet werden, so dass abgelöster Feinstaub wieder in den Verbrennungsraum zurückfällt und dort nachverbrannt wird. Wegen der durch den Strömungsvorgang im Abgas erforderlichen Länge des Filters ist er bevorzugt in mehrere Sektionen zerlegbar, damit er leichter in bestehende Kamine eingeschoben werden kann.

[0026] Das elektrische Feld wird mit einer Spannung von ca. 5'000V bis 10'000V erzeugt. Diese Spannung wird durch eine erfindungsgemäße Regelung eines Hochspannungsteils, der durch einen Wärmegenerator gespeist wird, den Abgasbedingungen und/oder den Umgebungsbedingungen wie Feuchtigkeit, Temperatur und Luftdruck angepasst.

3. STEUERUNGSELEKTRONIK UND STROMERZEUGUNG:

[0027] Der erfindungsgemäße elektrostatische Feinstaubfilter gewinnt die elektrische Energie aus der Abwärme im Kamin. Dazu wird über einen an sich bekannten Thermogenerator (siehe Fig.6) aus einem Wärmefluss eine elektrische Spannung bzw. ein elektrischer Stromfluss erzeugt.

[0028] Damit eine möglichst große Temperaturdifferenz für den Thermogenerator nutzbar wird, muss der Thermogenerator an die heiße Seite im Kamin und die kühle Seite an den äußeren Kaminrand angekoppelt sein. Der äussere Kaminrand kann diesbezüglich Verbesserungen aufweisen, wie etwa Kühlrippen o.dgl.

[0029] Die im Thermogenerator entstehende elektrische Energie wird genutzt, um die Hochspannungen zu erzeugen und das gesamte System anzutreiben und zu steuern (siehe Fig.4 und Fig.5 und Fig.7).

[0030] Somit arbeitet das Filter nur, wenn auch tatsächlich geheizt wird und ist somit äußerst energieeffizient. Je mehr geheizt wird, umso schneller fließen die Rauchgase und umso mehr Thermoenergie wird dem Thermogenerator zugeführt, was wiederum auf die Leistungsfähigkeit der Abscheideleistung positiv rückwirkt.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Rohr 1
- 2 Rohr 2
- 3 Rohr 3
- 4 Halterung
- 5 Halterung
- 6 Sprühelektrode
- 7 Sprühelektrode
- 9
- 8 Abdeckplatte
- 10 Ionisationsteil
- 11 Unterkante der Rohre 1,2,3
- 12 Oberkante der Rohre 1,2,3
- 13
- 20 Halterung für den Thermogenerator
- 21 Rohrteil
- 22 Einlegestelle für das Peltierelement
- 23 Einlegestelle für das Peltierelement
- 24 Koppelstelle
- 25 Thermogenerator
- 26 Thermogenerator
- 27
- 28
- 29 Oberes Ende des Thermogenerators
- 30 Filterteil
- 31 Rohr
- 32 Rohr
- 33 Rohr
- 34 Untere Halterung
- 35 Untere Halterung
- 36 Obere Halterung
- 37 Obere Halterung
- 38 Abdeckplatte
- 39 Oberes Ende der Rohre 31,32,33
- 40 Filterteil
- 41 Rohr
- 42 Rohr
- 43 Rohr
- 44 Untere Halterung
- 45 Untere Halterung
- 46 Obere Halterung
- 47 Obere Halterung
- 48 Abdeckplatte
- 49 Oberes Ende der Rohre 41,42,43
- 50 Filterteil
- 51 Rohr
- 52 Rohr
- 53 Rohr
- 54 Untere Halterung
- 55 Untere Halterung
- 56 Obere Halterung
- 57 Oberes Ende
- 58 Abdeckplatte

- 59 Oberes Ende
- 60 Staubbehälter
- 61 Lappung auf Rohr 51
- 62
- 63 Lappung auf Rohr 53
- 64
- 70 Elektronik
- 71 Steuerung
- 72 Hochspannungsgenerator Ionisation
- 73 Hochspannungsgenerator Filter

FIGURENBESCHREIBUNG

[0031] Anhand eines Ausführungsbeispiels wird die Erfindung beispielhaft näher erläutert es zeigen dabei

[0032] Fig.1: einen Ionisationsteil in Auf- und Grundriß mit Sprühelektroden, Abdeckplatte und Halterungen;

[0033] Fig.2: einen ersten und einen mit diesem identischen zweiten Filterteil in Auf- und Grundriß mit Abdeckplatte und Halterungen;

[0034] Fig.3: einen dritten Filterteil in Auf- und Grundriß mit Lappung, Abdeckplatte und Halterungen;

[0035] Fig.4: eine Halterung für einen Thermogenerator in Auf- und Grundriß;

[0036] Fig.5: einen Staubbehälter in Auf- und Grundriß für herunterfallenden Staub;

[0037] Fig.6: eine thermische Koppelstelle mit Raum für Elektronik;

[0038] Fig.7: einen Prinzipaufbau einer Elektronik-Struktur;

[0039] Fig.8: einen zusammengestellten kompletten Filter

[0040] Anhand eines Ausführungsbeispiels wird die Erfindung im Detail beispielhaft näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen bedeuten dabei gleiche Bauteile. Die Figuren werden übergreifend beschrieben. Weitere Details sind in den Ansprüchen beschrieben bzw. unter Schutz gestellt.

FIG. 1 ZEIGT EINEN IONISATIONSTEIL IN AUFSICHT UND IM SCHNITT A-A

[0041] Drei Rohre 1,2,3, z.B. aus Edelstahl-V4A-Blech, sind konzentrisch an einer Halterung, z.B. zwei Epoxyplatten 4,5 umfassend, fixiert. Die drei Rohre sind mit einem Draht elektrisch verbunden und auf Masse (Erde) gelegt.

[0042] Die bevorzugte Blechdicke der Stahlrohre beträgt ca. 1mm.

[0043] Das innere Rohr hat einen bevorzugten Durchmesser von ca. 50mm,

[0044] das mittlere Rohr hat einen bevorzugten Durchmesser von ca. 100mm

[0045] das äußere Rohr hat einen bevorzugten Durchmesser von ca. 150mm.

[0046] Im Inneren, zwischen den Stahlrohren 1,2 und 2,3 sind zwei Sprühelektroden 6, 7 z.B. in Form von Kupferdrahtlingen auf den Halterungen 4,5 befestigt und mit einem negativen elektrischen Potential belegt. Durch die starke Krümmung der Drahtoberfläche konzentriert sich das elektrische Feld stärker und fördert dadurch die Ionisationswirkung.

[0047] Die Anströmseite des inneren Stahlrohres 3 ist mit einer Abdeckplatte 8 abgedichtet, so dass das Rauchgas nur in den Zwischenraum zwischen Rohr 1,2 und 2,3 strömen kann, in denen sich die Sprühelektroden befinden.

[0048] Beim Durchströmen werden die Rauchgaspartikel elektrostatisch aufgeladen. Die Höhe

des Ionisationsteils beträgt bevorzugt ca. 50mm, die Sprühelektroden sind bevorzugt ca. 20mm von der Unterkante 11 der Stahlrohre 1,2,3 entfernt angebracht.

FIG. 2 ZEIGT DEN FILTERTEIL 30 IN AUFSICHT UND IM SCHNITT A-A

[0049] Drei Rohre 31,32,33, z.B. aus Edelstahl-V4A-Blech, sind konzentrisch über eine obere Halterung 34,35 und 36,37, mittels je zweier Platten aus Kunststoff - z.B. Epoxyharz - fixiert. Die bevorzugte Blechdicke der Stahlrohre beträgt ca. 1mm.

[0050] Das innere Rohr hat einen bevorzugten Durchmesser von ca. 50mm, das mittlere Rohr hat einen bevorzugten Durchmesser von ca. 100mm, das äußere Rohr hat einen bevorzugten Durchmesser von ca. 150mm. Dadurch schließen die Dimensionen unmittelbar an den Ionisationsteil an.

[0051] Das äußere Blechrohr 31 und das innere Blechrohr 33 sind elektrisch verbunden und auf Masse (Erde) gelegt. Diese beiden Rohrflächen bilden die Fangelektroden für den Feinstaub. Durch die zwei Rohre 31 und 33 lässt sich die Fläche gegenüber einer Draht-Fang-Elektrode für die Partikelablagerung vergrößern.

[0052] Das mittlere Blechrohr 32 ist auf ein negatives Potential gelegt und kann unabhängig von der Sprühelektrode des Ionisationsteils angesteuert werden. Die Anströmseite des inneren Stahlrohres 33 ist wie beim Ionisationsteil mit einer Abdeckplatte 38 abgedichtet, so dass das Rauchgas nur in die Zwischenräume zwischen Rohr 31,32 und 32,33 strömen kann.

[0053] An einem oberen Ende 39 können die Rohre 31,32, 33 bevorzugt auf einer Länge von 10mm eingepreßt sein, damit man einen zweiten baugleichen Filterteil 40 darüber schieben kann.

FIG. 2 ZEIGT DEN FILTERTEIL 40 IN AUFSICHT UND IM SCHNITT A-A

[0054] Dieses zweite Filterteil 40 ist identisch zum Filterteil 30 aufgebaut. An einem z.B. oberen Ende können die Rohre bevorzugt auf einer Länge von 10mm eingepreßt sein, damit man einen weiteren Filterteil oder ein Filterteil-Ende 50 darüber schieben kann. Die bevorzugte Länge der beiden Filterteile 30, 40 beträgt je etwa 400mm.

FIG. 3 ZEIGT DAS FILTERTEIL-ENDE 50

[0055] Drei Rohre 51;52;53, z.B. aus Edelstahl-V4A-Blech, sind konzentrisch über eine untere Halterung 54,55 und eine obere Halterung 56,77, z.B. mit je zwei Epoxyplatten fixiert. Die bevorzugte Blechdicke der Stahlrohre beträgt 1mm. Das innere Rohr hat einen bevorzugten Durchmesser von 50mm, das mittlere Rohr hat einen bevorzugten Durchmesser von 100mm, das äußere Rohr hat einen bevorzugten Durchmesser von 150mm.

[0056] Das äußere Blechrohr 51 und das innere Blechrohr 53 sind elektrisch verbunden und auf Masse (Erde) gelegt. Diese beiden Rohrflächen bilden die Fangelektroden für den Feinstaub. Durch die zwei Rohre 51 und 53 lässt sich die Fläche für die Partikelablagerung vergrößern. Das mittlere Blechrohr 52 ist auf das negative Potential gelegt.

[0057] Die Anströmseite des inneren Stahlrohres 53 ist mit einer Abdeckplatte 58 abgedichtet, so dass das Rauchgas nur in die Zwischenräume zwischen Rohr 51,52 und 52,53 strömen kann.

[0058] Bis auf das Ende 59 des inneren Rohres 53 und des äußeren Rohre 51 ist dieser Filterteil mit derjenigen in Fig. 2 identisch. Am oberen Ende 59 befindet sich auf Rohr 51 und 53 eine Lappung 61, 63, die die Staubpartikel einfängt und ablagert, sofern sie sich noch nicht an den Wänden der Rohre 51,52, 52 bzw. an den unteren Rohrabschnitten im Filterteil 30 bzw. 40 abgelagert haben. Die bevorzugte Länge des Filterteils 50 beträgt etwa 400mm.

FIG. 4 ZEIGT EINE HALTERUNG 20 FÜR DEN THERMOGENERATOR

[0059] In ein Rohrteil 21 sind zwei Einlegestellen 22,23 angebracht, in die der Thermogenerator

25, 26 in Form von Peltierelementen eingelegt wird und mit Thermoleitpaste wärmetechnisch mit dem Rohrteil 21 verbunden ist. An der Außenwand des Rohrteils 21 befindet sich die Koppelstelle 24 für die Kaltseite der Peltierelemente und für die Steuerelektronik.

[0060] An der Oberseite 29 hat das Rohrteil 21 einen etwa 10 mm breiten eingepprägten Rand, damit man die Rohrteile leichter zusammenstecken kann.

FIG. 5 ZEIGT EINEN STAUBBEHÄLTER 60

[0061] Der optionale Staubbehälter 60 wird in die Halterung 20 eingelegt. Der Staubbehälter 60 hat die Form einer am Innen-Umfang des Rohrteils 21 umlaufenden Schale und fängt den von den darüberliegenden Filterteilen 30, 40 und 50 herunterfallenden Staub auf. Der Staubfilter ist leicht auswechselbar, und kann z.B. bei einer Kaminreinigung entleert werden.

FIG. 6 ZEIGT DIE THERMISCHE KOPPELSTELLE 24 DES THERMOGENERATORS 25,26 IM DETAIL

[0062] Die Koppelstelle 24 ist an der Außenseite des Rohrteils 21 befestigt. Im Außenteil der Koppelstelle 24 erfolgt die Wärmekopplung zur kalten Seite des Thermogenerators 25, 26 mit den Peltierelementen. Weiters ist in diesem Bereich die Elektronik mit der Erzeugung der Hochspannung und der Steuerung des elektrostatischen Feldes der Sprühelektroden 6, 7 und der Filterteile 30; 40; 50 untergebracht.

FIG. 7 ZEIGT DIE STRUKTUR DER ELEKTRONIK

[0063] Die elektrische Energie des Thermogenerators 25,26 wird der Steuerung 71 zugeführt. Diese Energie dient gleichzeitig für die Funktion der Elektronik, und der Erzeugung einer Hochspannung im Bereich von 5000 bis 10000 Volt in je einem Hochspannungsgenerator 72; 73. Die Hochspannung wird getrennt und regelbar dem Ionisationsteil 10 und den Filterteilen 30,40,50 zuführt. Zur Minimierung der Ozonbelastung kann der Ionisationsstrom extra geregelt werden.

[0064] FIG. 8 ZEIGT DIE ZUSAMMENSTELLUNG des elektrostatischen Feinstaubfilters aus den oben angeführten Elementen.

[0065] Anmerkungen: Die vorliegende Patentanmeldung und deren Patentansprüche sind beispielhaft auf eine Holzfeuerungsanlage abgestellt. Für den Fachmann ergibt sich jedoch, dass die erfindungsgemäße neue Feinstaubabscheidevorrichtung als solche nicht eingeschränkt ist auf die Verwendung mit einer Holzheizanlage, wie im Übrigen in der Regel eine Holzheizanlage auch nicht darauf eingeschränkt ist, auch andere brennbare Substanzen und Materialien in ihr zu verbrennen, wie z.B. Papier, Kohle, Koks, Brandbeschleuniger, Kohlenwasserstoffverbindungen, wie Öl o.dgl. Kehrrecht etc.

[0066] Somit ist der Schutzbereich auch nicht eingeschränkt auf die reine Holzfeuerung. Das erfindungsgemäße Prinzip der Energiegewinnung aus den Abgasen um damit eine elektrostatische Feinstaubabscheidung zu betreiben, ist somit für alle jene Anlagen geschützt, in denen gleichzeitig Abgas-Wärme und Feinstaub auftreten. Damit sind u.a. mitumfasst: Ölfeuerungsanlagen, Kehrrechtverbrennungsanlagen, Motore, wie Diesel- oder Benzinmotore in jeglicher Anwendung (Schiff, Bahn, Kraftfahrzeuge einschliessend Traktore, Personenkraftwagen usw.) usw.

[0067] Eine Weiterentwicklung der oben angegebenen Erfindung umfasst einen zusätzlichen Energiespeicher, der imstande ist, elektrische Energie zwischenspeichern, so dass nach Beendigung des Heizvorgangs bzw. des Feinstaubabscheidevorgangs noch genügend Energie gespeichert bleibt, um bei neuerlichem Beginn des Heizvorgangs sofort mit der Feinstaubabscheidung beginnen zu können, auch wenn infolge des erst langsam aufwärmenden Abgases noch wenig Wärmeenergie für den Thermogenerator zur Verfügung steht. Bekanntlich ist gerade am Heizbeginn die Feinstaubentwicklung am grössten. Dieses gilt analog auch für die oben erwähnten Motore usw. Der Energiespeicher kann z.B. eine Bufferbatterie (Kondensator o.dgl.) sein, die/der es dem Thermogenerator erlaubt, erst langsam hochzufahren, trotzdem aber dem

Feinstaubabscheider bereits die nötige Energie liefert, um bereits vor Wirksamkeit der Themo-
generators schon abzuscheiden.

[0068] Dabei ist in der Regel ein Temperaturfühler vorgesehen, der den Anstieg der Abgastem-
peratur und damit den Heizbeginn erkennt, um in der Folge die Steuerung bzw. die elektrostati-
sche Feinstaubabscheidung zu aktivieren. Der Temperaturfühler kann auch mit einer eigenen
Logik verbunden sein, die unterscheiden kann, ob der Temperaturanstieg infolge eines Hei-
zungsbeginns oder infolge anderer Umstände (z.B. Erwärmung des Kamins durch Sonnenein-
strahlung) erfolgt. Eine erfinderische Möglichkeit diskriminierender Feststellung des Heizungs-
beginns wäre, die Temperaturänderung (Temperaturgradienten) zu ermitteln und daraus -
gestützt auf entsprechende Vorgaben in einem Speicherbaustein der Temperaturfühlerlogik -
den tatsächlichen Heizungsbeginn zu ermitteln.

[0069] Die obigen Angaben sind sinngemäß auch für alle anderen Feinstaubabscheider, wie
z.B. bei den Motoren usw. anzuwenden.

[0070] Schließlich soll noch erwähnt werden, dass der erfindungsgemäße Feinstaubabscheider
nicht darauf beschränkt ist, ausschließlich Eigenenergie zu verwenden. So ist z.B. denkbar,
auch Fremdenergie, wie z.B. Strom aus Photovoltaikanlagen zum Betrieb der Feinstaubab-
scheidung einzusetzen.

[0071] Hinsichtlich des mechanischen Aufbaus der erfindungsgemäßen Elemente des erfin-
dungsgemäßen Feinstaubabscheiders wird noch hingewiesen auf bevorzugte elektrische Ver-
bindungskontakte zwischen den Rohrelementen, um dort beim Zusammenstecken der Rohrteile
bei Bedarf eine sichere elektrische Verbindung herzustellen. Ebenso können die Rohrteile mit
Sicken, Markierungen o.dgl. versehen sein, um eine gezielte Passung der Rohrteile zueinander
herzustellen, wenn sie Stück um Stück in den Kamin nachgerüstet werden.

[0072] Zur besseren Übersicht wurden in den Zeichnungen einige Erklärungen und Anmerkun-
gen weggelassen. Teilweise sind diese auch bereits in der Figurenbeschreibung enthalten. In
Ergänzung dazu wird zu den einzelnen Figuren noch folgendes vermerkt:

ZU FIG. 1:

[0073] Die aus Kupferdraht bestehenden Sprühelektroden 6, 7 weisen vorzugsweise einen
kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser von ca. 2 mm auf. Die Sprühelektroden
können auch spiralförmig ausgebildet sein.

[0074] Die Halterungen 4, 5 bestehen beispielsweise aus Epoxyplatten mit einer Dicke von ca. 2
mm.

ZU FIG. 2:

[0075] Die Halterungen 34, 35 bestehen aus beispielsweise aus Epoxyplatten mit einer Dicke
von ca. 2 mm.

[0076] Die Rohre 31 und 33 bilden mit 75 bezeichnete Fang-Elektroden.

ZU FIG. 3:

[0077] Die vorzugsweise aus V4A-Edelstahlblech bestehenden Rohre weisen vorzugsweise
eine Blechstärke von ca. 1 mm auf. Das äußerste Rohr 51 und das innerste Rohr 53 bilden
ebenfalls Fang-Elektroden 76. Die Halterungen 54, 55 bestehen beispielsweise ebenfalls aus
Epoxyplatten mit einer Dicke von ca. 2 mm.

Patentansprüche

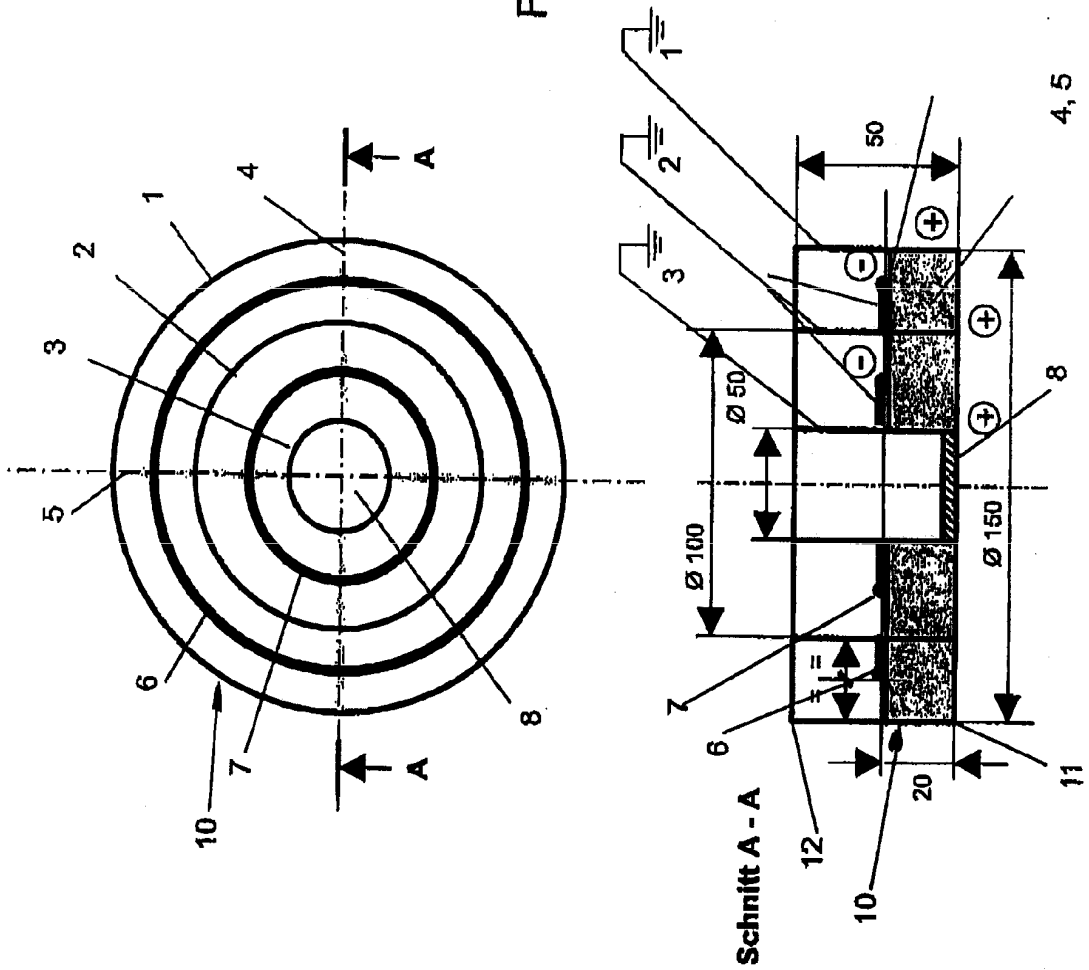
1. Elektrostatischer Feinstaubfilter für Rauchgasreinigung mit einem Ionisationsteil (10) einschließlich eine oder mehrere Sprühelektroden (6,7) die im Betriebszustand ein elektrostatisches Feld zwischen sich und unterschiedlich gepolten Flächen (1,2,3) aufbauen und mindestens einem Filterteil (30,40,50), sowie mit einer Spannungsquelle (24,25) zur Erzeugung einer elektrischen Hochspannung für den Ionisationsteil (10) und den Filterteilen (30,40,50), wobei die Spannungsquelle ein Thermogenerator (24,25,26) ist, der im Betriebszustand die Wärme des Rauchgases zu seinem Betrieb nutzt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrostatische Feinstaubfilter zerlegbare Sektionen mit einem Ionisationsteil (10) aus drei zueinander konzentrischen Rohrteilen (1,2,3) und hintereinander in Rauchabzugsrichtung angeordneten Filterteilen (30,40,50) umfasst, die als Sammelelektroden wirken, woran sich infolge des elektrischen Feldes geladener Feinstaub abscheidet, und dass im der Rauchquelle zugewandten Teil des Ionisationsteiles (10) eine oder mehrere Sprühelektroden (6,7) in einer Ebene quer zur Rohrerstreckung und vorzugsweise spiralförmig angebracht sind, und dass das innere Rohr (3) zur Rauchgasquelle hin durch eine Abdeckung (8) verschlossen ist, so dass das Gas nicht durch das mittlere Rohr (3) strömen kann, und dass dieses innere Rohr (3) gegebenenfalls einen Regler bzw. eine elektronische Steuerung aufnimmt, welche auch die Richtung des elektrostatischen Feldes umkehren kann um dadurch eine Ablösung der Staubpartikel von der Sammelelektrode zu Reinigungszwecken zu bewirken, und dass der Thermogenerator (24,25,26) in Rauchabzugsrichtung nach dem Ionisationsteil (10) angebracht ist.
2. Feinstaubfilter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein elektronischer Regler vorgesehen ist, der im Betriebszustand die elektrostatische Ladung des Ionisationsteil (10) und des Filterteils (30,40,50) getrennt regelt.
3. Feinstaubfilter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Teile des Ionisationsteil (10) und des Filterteils (30,40,50) geerdet bzw. elektrostatisch auf Masse gelegt sind.
4. Elektrostatischer Feinstaubfilter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die drei Rohrteile (1,2,3) des Ionisationsteils (10) elektrostatisch auf Masse (Erde) gelegt sind und die Sprühelektroden (6,7) ein negatives Potential haben, wobei vorzugsweise sowohl das Spannungspotential der Sprühelektroden (6,7) wie auch das Spannungspotential der Masse unabhängig von einander (gegenüber absoluter Masse) einstellbar sind.
5. Elektrostatischer Feinstaubfilter nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass der Thermogenerator (24,25,26) vorzugsweise mittels einer Thermogeneratorhalterung (20) zwischen Ionisationsteil (10) und erstem Filterteil (30) angebracht ist.
6. Elektrostatischer Feinstaubfilter nach Anspruch 5 **dadurch gekennzeichnet**, dass am Thermogeneratorhalter (20) mindestens ein Staubbehälter (60) angebracht ist.
7. Elektrostatischer Feinstaubfilter nach Anspruch 5 **dadurch gekennzeichnet**, dass im Anschluss an die Thermogeneratorhalterung (20) ein oder mehrere identische konzentrische rohrförmige Filterteile (30,40) angeordnet sind, wobei das innere (33) und das äußere (31) Rohr elektrostatisch auf Masse (Erde) gelegt sind und das mittlere (32) Rohr negatives Potential hat.
8. Elektrostatischer Feinstaubfilter nach Anspruch 7 **dadurch gekennzeichnet**, dass im Anschluss an den Filterteil (30,40) ein weiterer rohrförmiger Filterteil (50) angeordnet ist, der am oberen Ende (59) seiner Rohre (51,53) eine Lappung (61,63) zur verbesserten Feinstaubabscheidung aufweist.
9. Elektrostatischer Feinstaubfilter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Thermogenerator (24,25,26) mit Energiespeicher ein Temperaturfühler zugeordnet ist, der im Betriebszustand durch Messen der Rauchgastemperatur das Vorhandensein einer Verbrennung mit entsprechenden Abgasen feststellt und demnach den zunächst energie-

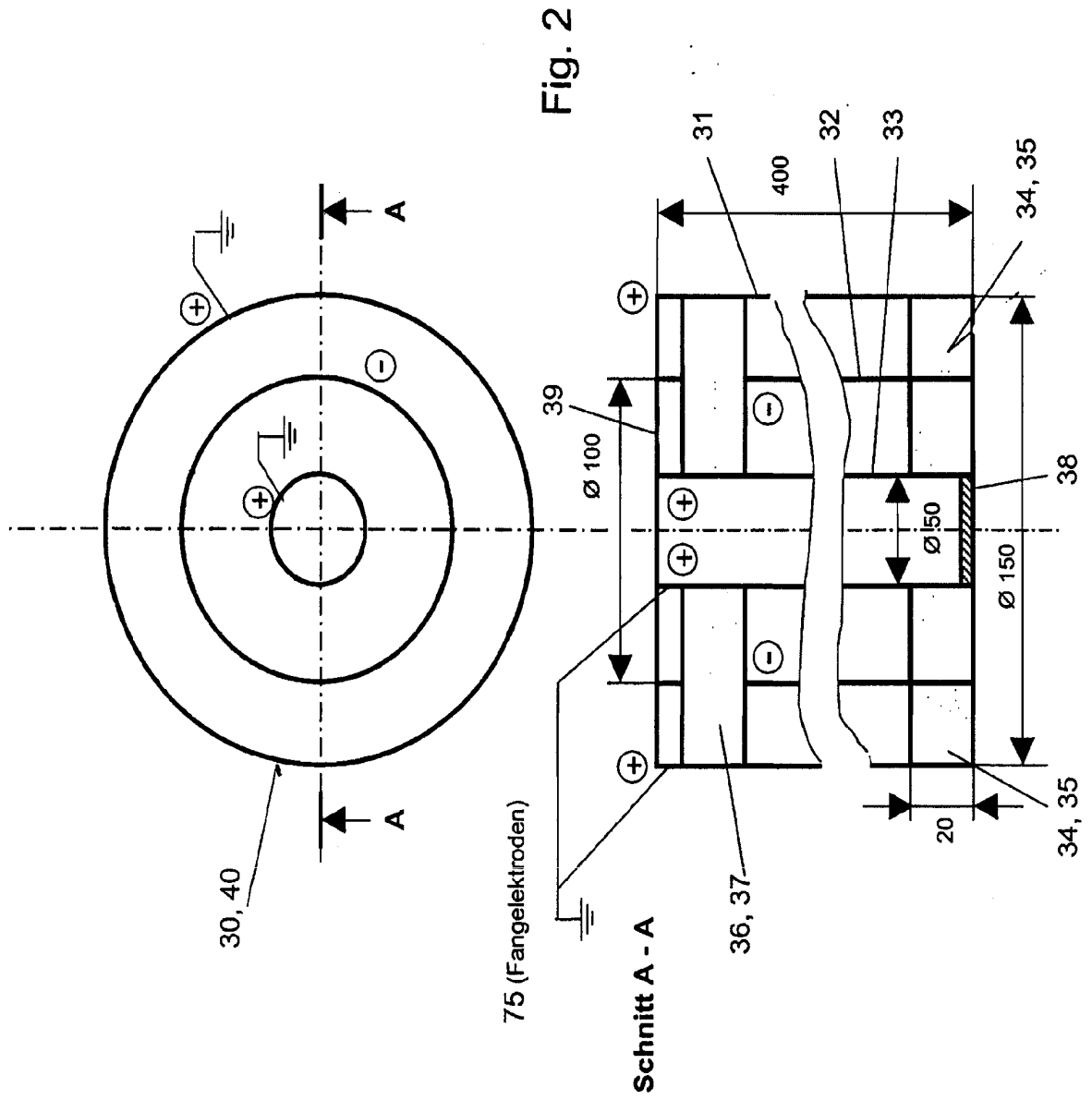
speichergestützten Abscheidevorgang triggert.

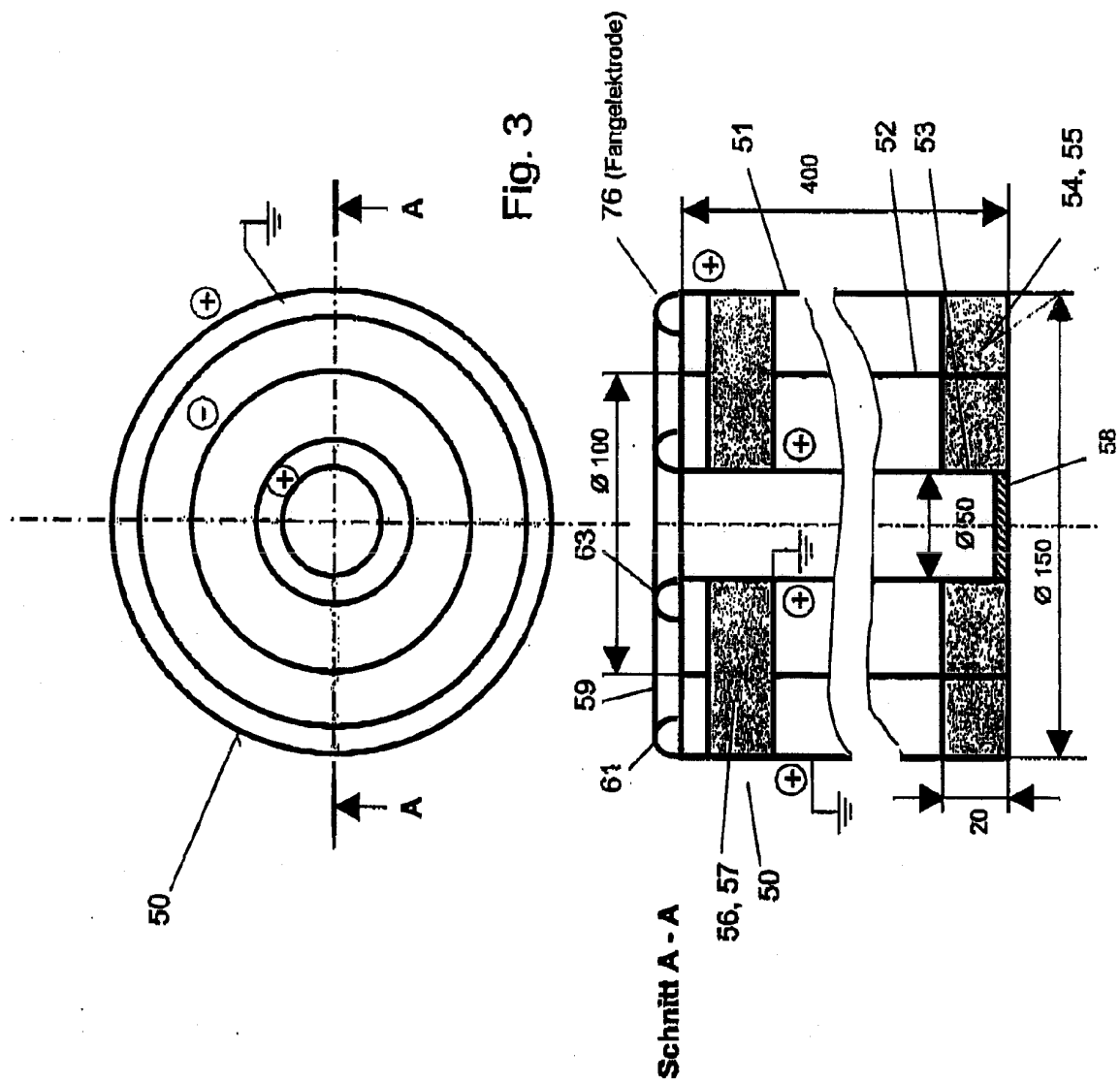
10. Elektrostatischer Feinstaubfilter nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Temperaturfühler mit einer Logikschaltung verbunden ist, die im Betriebszustand den Temperaturgradienten ermittelt und derart eine zufällige Erwärmung des Kamins als Startpunkt für die Rauchgasabscheidung ausschließt.
11. Verfahren zur Feinstaubabscheidung insbesondere mit einem elektrostatischem Feinstaubfilter nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spannung und die Stromstärke im Ionisationsteil (10) und im Filterteil (30,40,50) so gewählt werden, dass beim Eintritt der Rauchabgase die Feinstaubpartikel bei einer Spannung von ca. 5'000V bis 10'000V ionisiert werden und in den folgenden Filterteilen (30,40,50) abgeschieden werden und dass diese Spannung von der integrierten Steuerung automatisch den Umgebungsbedingungen angepasst wird, so dass keine elektrischen Durchschläge entstehen und damit eine Ozonisierung des Abgases vermieden wird.
12. Anwendung des elektrostatischen Feinstaubfilters nach einem der Ansprüche 1- 8 in normten Kaminsystemen z.B. für Holzfeuerungen, gegebenenfalls nachträglich eingebaut.
13. Steuerung für einen elektrostatischen Feinstaubfilter nach einem der Ansprüche 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass Ionisationsteil (1) und Filterteil (30,40,50) getrennt voneinander geregelt mit Hochspannung versorgt werden, wobei die Stromversorgung für die Steuerung und die Hochspannungserzeugung aus dem Thermogenerator (24,25), z.B. aus Peltierelementen, stammt, wobei die Energie für den Thermogenerator (24,25) aus der Wärme des Abgases stammt.
14. Steuerung für einen elektrostatischen Feinstaubfilter nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass Mittel zur Erfassung der Stromstärke im Ionisationsteil (10) vorgesehen sind und dass die Stromstärke mit den Mitteln der Steuerung unabhängig vom Filterteil (30,40,50) geändert werden kann.
15. Steuerung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass Mittel zur Erfassung der Umgebungseinflüsse wie Druck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit vorgesehen sind und deren Signale in der Regelung der Hochspannung mit berücksichtigt werden, so daß möglichst kein Ozon durch die elektrostatische Entladung entsteht und dabei trotzdem eine bestmögliche Aufladung und Abscheidung der Feinstaubteilchen im Filterteil erfolgt.

Hierzu 8 Blatt Zeichnungen

Fig. 1







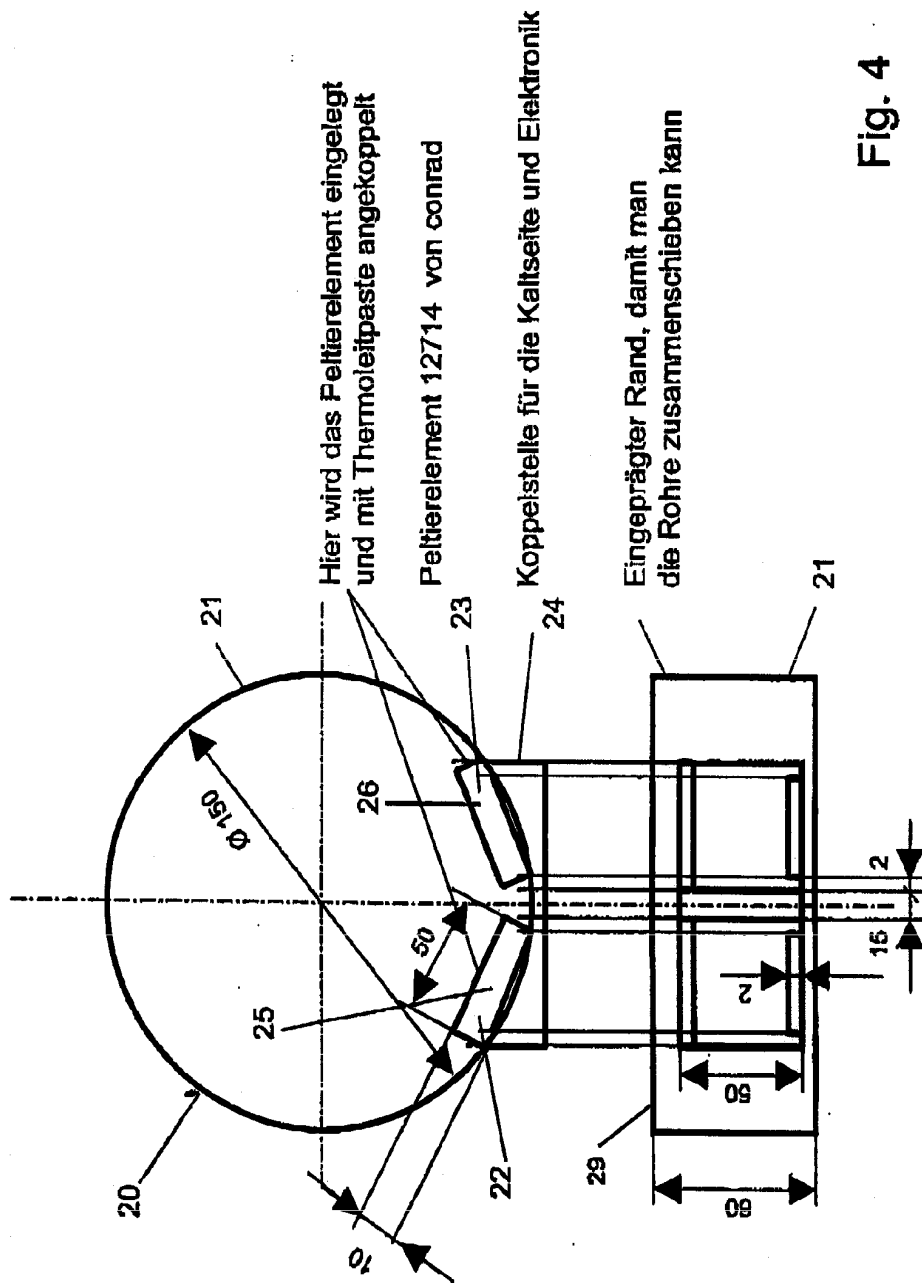


Fig. 4

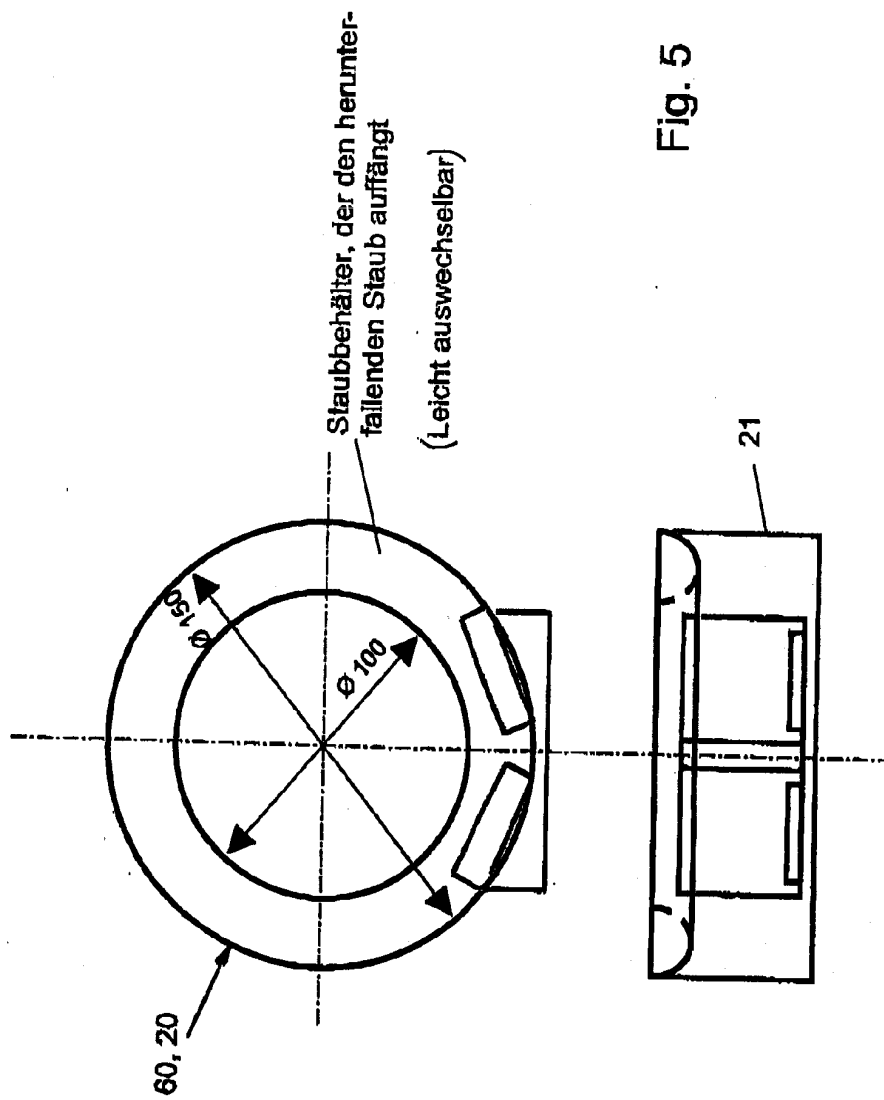


Fig. 5

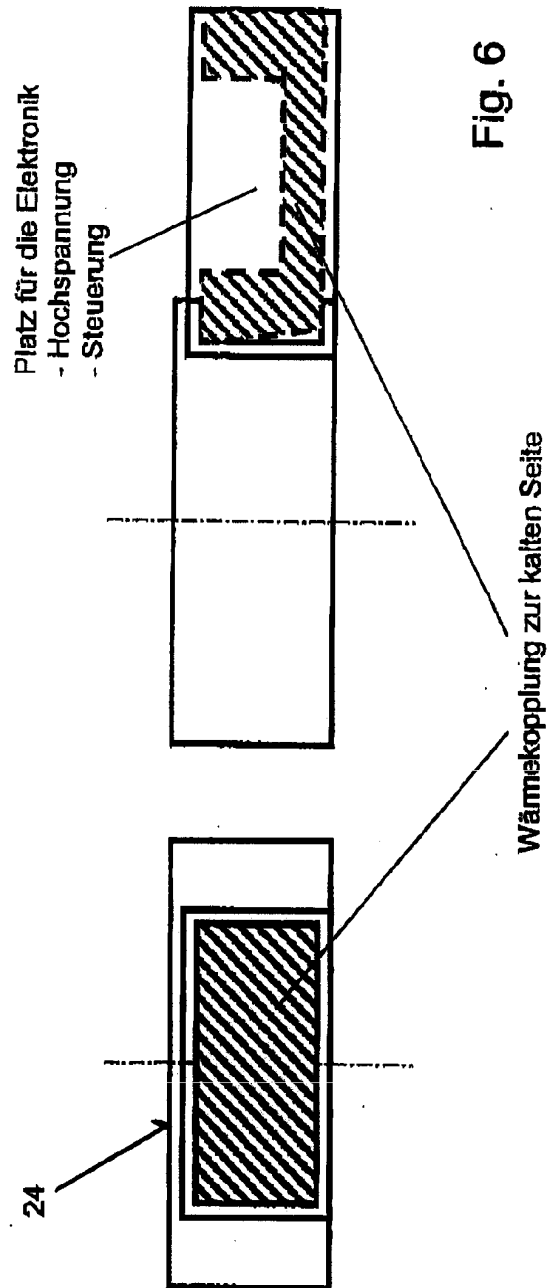


Fig. 6

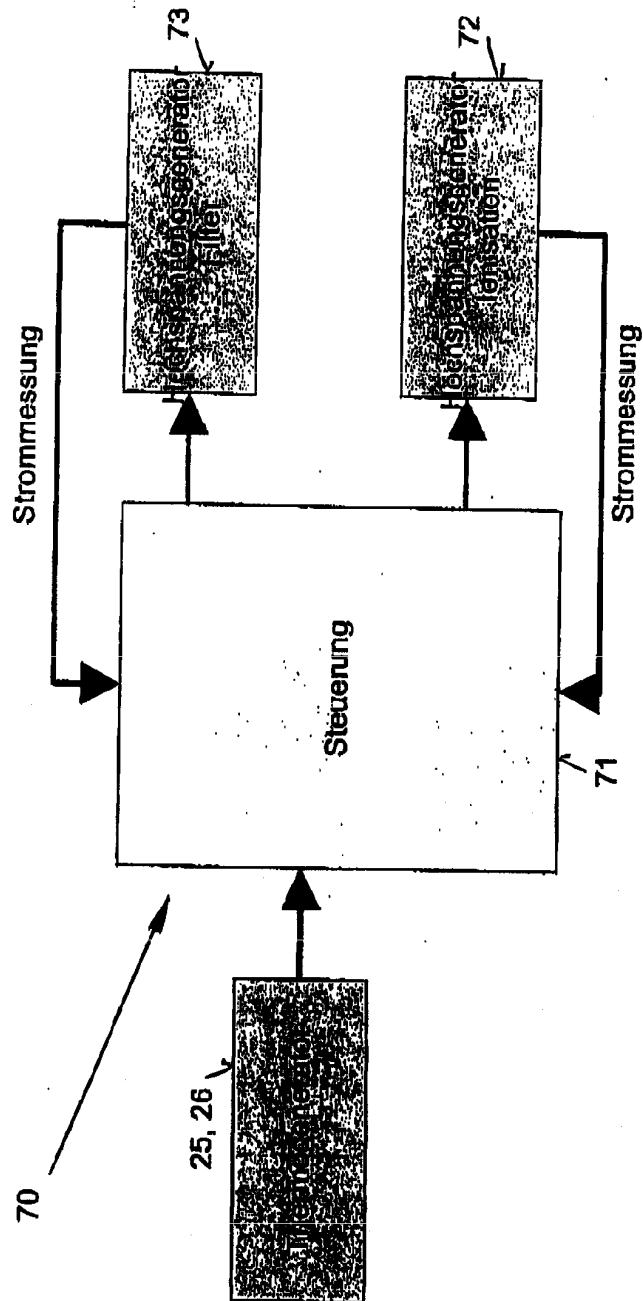


Fig. 7

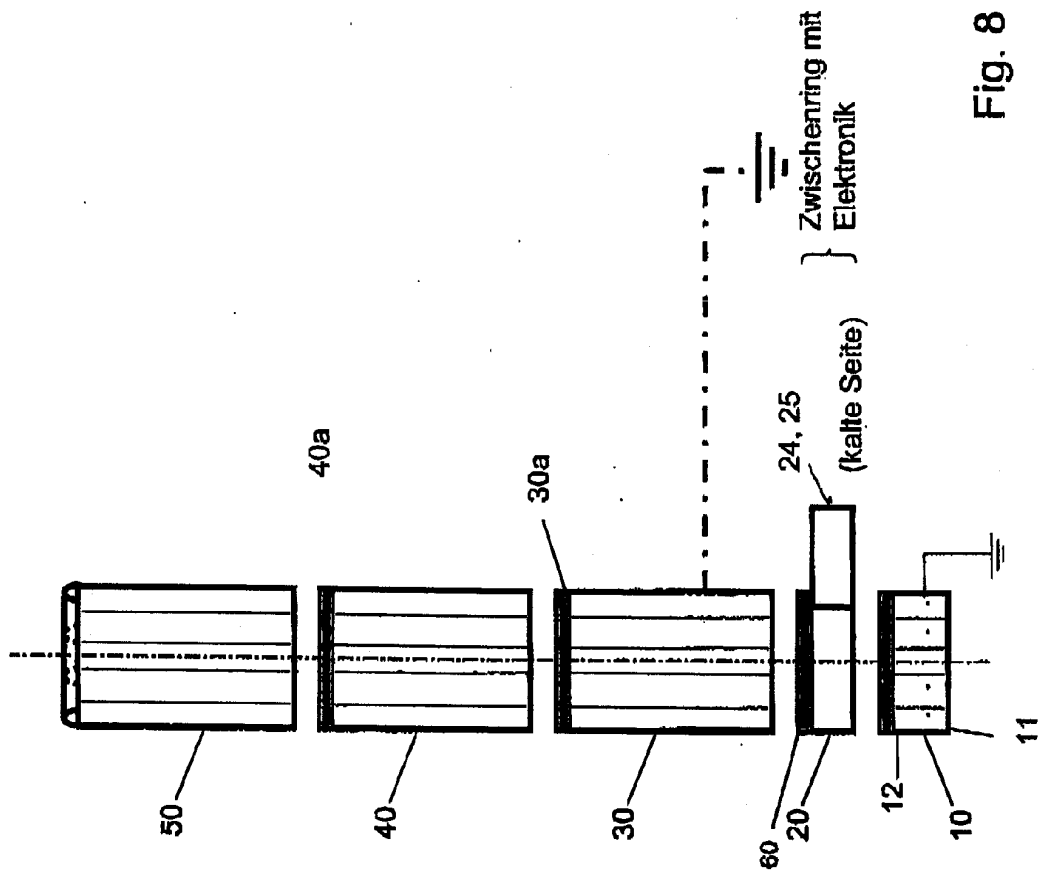


Fig. 8