



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 415 486 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90202257.3

51 Int. Cl.⁵: **B03C 3/02**, B03C 3/00,
B03C 3/53, B03C 3/88,
B03C 3/76

22 Anmeldetag: 22.08.90

30 Priorität: 31.08.89 DE 3928808
13.02.90 DE 4004357
26.07.90 DE 4023723

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.03.91 Patentblatt 91/10

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT LU NL SE

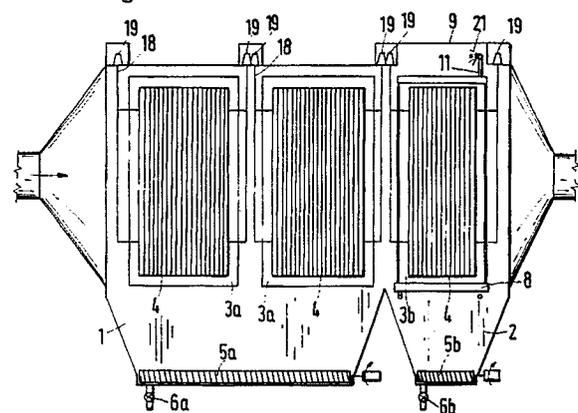
71 Anmelder: **METALLGESELLSCHAFT**
Aktiengesellschaft
Reuterweg 14
W-6000 Frankfurt am Main(DE)

72 Erfinder: **Steinbacher, Karl**
Nelkenweg 31
W-6052 Mühlheim(DE)
Erfinder: **Schmidt, Hermann**
Vorderste Weide 18
W-6350 Bad Nauheim 3(DE)
Erfinder: **Leussler, Wilhelm**
Westerbachstrasse 255
W-6230 Frankfurt am Main(DE)

54 **Verfahren und Vorrichtung zur elektrostatischen Reinigung staub- und schadstoffhaltiger Abgase in mehrfeldrigen Abscheidern.**

57 Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur elektrostatischen Reinigung staub- und schadstoffhaltiger Abgase in mehrfeldrigen Abscheidern beschrieben. Die Abgase werden in einer ersten Stufe (1) zunächst einer trockenen elektrostatischen Reinigung in aus plattenförmigen Niederschlagselektroden (3a) gebildeten Gasgassen unterworfen und danach in einer zweiten Stufe (2) durch ein oder mehrere Felder mit flüssigkeitsbenetzten, Gasgassen bildenden Niederschlagselektroden (3b) geleitet, wobei die in der zweiten Stufe (2) an den oberen Enden der Niederschlagselektroden (3b) aufgegebenen Flüssigkeit unmittelbar unter den unteren Enden der Niederschlagselektroden (3b) aufgefangen und aus dem Abscheider seitlich ausgetragen wird und wobei der in der zweiten Stufe (2) noch anfallende, im wesentlichen trockene Staub einer Staubsammelvorrichtung (5b) zugeführt wird. Die Verweilzeit der Gase in der ersten Stufe (1) beträgt 60 bis 80 % der gesamten Verweilzeit in einem mehrfeldrigen Abscheider. Dieses Verfahren ermöglicht eine selektive Abscheidung der Schadstoffe im Abgas, wobei die Bildung eines mit Schadstoffen beladenen Schlammes vermieden wird.

Fig.1



EP 0 415 486 A1

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ELEKTROSTATISCHEN REINIGUNG STAUB- UND SCHADSTOFFHALTIGER ABGASE IN MEHRFELDRIGEN ABSCHIEDERN

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur elektrostatischen Reinigung staub- und schadstoffhaltiger Abgase in mehrfeldrigen Abscheidern, wobei die Abgase in Strömungsrichtung in einer ersten Stufe zunächst einer trockenen elektrostatischen Reinigung in aus plattenförmigen Niederschlagselektroden gebildeten Gasgassen unterworfen und danach in einer zweiten Stufe durch ein oder mehrere Felder mit flüssigkeitsbenetzten, Gasgassen bildenden Niederschlagselektroden geleitet werden und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Verfahren zur elektrostatischen Reinigung staub- und schadstoffhaltiger Abgase, bei denen die Abgase in einem ersten Verfahrensschritt einer trockenen elektrostatischen Reinigung und anschließend in einem zweiten Verfahrensschritt einer nassen elektrostatischen Reinigung zugeführt werden, sind bekannt. In der GB-PS 988,350 ist ein Verfahren zur elektrischen Staubabscheidung beschrieben, bei dem ein Trockenturm, ein oder mehrere trocken arbeitende elektrische Felder sowie ein oder mehrere naß arbeitende elektrische Felder hintereinander angeordnet sind. Das durch Düsen in das bzw. die Naßfelder eingesprühte Wasser fließt als Trübe ab, wird durch Eindicker eingedickt und durch Dampf oder Druckluft in den Trockenturm eingedüst, wo die verdampfte Flüssigkeit das heiße Trocknergas anfeuchtet und damit ein Rücksprühen in den trocken arbeitenden Feldern unterbindet. Wie aus dem Artikel "Hybrid-type electrostatic precipitator" von Masuda, Air Pollut. Control Assoc. 1977, 27(3), 241-2 (Eng.), hervorgeht, werden bei einem solchen Verfahren saure Bestandteile wie SO_x , HF und HCl von der in die Naßstufe eingesprühten Flüssigkeit absorbiert und gelangen zusammen mit dem in der Naßstufe noch anfallenden Staub in einen in der Naßstufe angeordneten Sumpf. Bei diesem Verfahren ist nachteilig, daß im Sumpf der Naßstufe ein Schlamm anfällt, welcher neben dem Staub eine relativ große Menge an Schadstoffen enthält, wodurch die Aufbereitung des Schlammes erschwert wird. Ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die in den Trockenturm eingedüστε verdampfte Flüssigkeit das staub- und schadstoffhaltige Abgas anfeuchtet, was eine Erhöhung des Taupunktes zur Folge hat. Da bei diesem Vorgang gleichzeitig die Gastemperatur abgesenkt wird, kommt es im elektrostatischen Filter zu Taupunktunterschreitungen, so daß eine Korrosion, hervorgerufen durch die sauren Bestandteile im Abgas, nicht zu vermeiden ist.

In der US-PS 1,766,422 ist ebenfalls ein Verfahren zur elektrostatischen Reinigung staub- und

schadstoffhaltiger Abgase beschrieben, bei dem das mit Staub und Schadstoffen beladene Abgas zuerst einer trockenen elektrostatischen Reinigung und anschließend einer nassen elektrostatischen Reinigung zugeführt wird. Bei diesem Verfahren werden die Niederschlagselektroden in der nassen elektrostatischen Reinigungsstufe mit einer Behandlungsflüssigkeit benetzt. Die Gasgeschwindigkeit wird im elektrostatischen Abscheider so hoch gewählt, daß die feine Kornfraktion in der trockenen elektrostatischen Reinigungsstufe, die grobe Kornfraktion in der nassen elektrostatischen Reinigungsstufe abgeschieden wird. Auch bei diesem Verfahren fällt im Sumpf der nassen elektrostatischen Reinigungsstufe ein Schlamm an, der neben dem Staub auch eine relativ große Menge an Schadstoffen enthält. Darüber hinaus hat dieses Verfahren den Nachteil, daß das Abgas mit einer relativ hohen Gasgeschwindigkeit durch den elektrostatischen Abscheider geleitet wird, um zu bewirken, daß die grobe Kornfraktion des im Abgas enthaltenen Staubes in der nassen elektrostatischen Reinigungsstufe abgeschieden werden kann. Dies hat zur Folge, daß die Verweilzeit des Abgases in der nassen elektrostatischen Reinigungsstufe zu gering ist, um die im Abgas enthaltenen Schadstoffe in solch ausreichendem Maße zu entfernen, daß die Grenzwerte der TA-Luft vom 27.02.1986 für die Schadstoffe im Reingas eingehalten werden können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur elektrostatischen Reinigung staub- und schadstoffhaltiger Abgase in mehrfeldrigen Abscheidern zu schaffen, welches die o.g. Nachteile vermeidet und eine gesonderte Abtrennung von trockenem Staub einerseits und Schadstoffen andererseits ermöglicht, wobei die im Abgas enthaltenen Schadstoffe in der nassen elektrostatischen Reinigungsstufe möglichst weitgehend staubfrei abgeschieden werden sollen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die in der zweiten Stufe an den oberen Enden der Niederschlagselektroden aufzugebene Flüssigkeit unmittelbar unter den unteren Enden der Niederschlagselektroden aufgefangen und aus dem Abscheider seitlich ausgetragen wird und daß der in der zweiten Stufe noch anfallende, im wesentlichen trockene Staub einer Staubsammelvorrichtung zugeführt wird. Unter "Staub" sind die im Abgas enthaltenen Feststoffpartikel zu verstehen; beispielsweise besteht der Staub bei Sinteranlagen hauptsächlich aus eisenoxidhaltigen Feststoffteilchen, und bei Feuerungsanlagen besteht er aus den kleinen Flugascheteilchen. Unter

den Begriff "Schadstoffe" fallen die im Abgas enthaltenen sauren Komponenten wie HF, SO₂, SO₃ sowie HCl und die im Abgas dampfförmig, gasförmig bzw. in sublimierter Form vorliegenden Nicht-eisenmetalle wie Pb, Cd, Hg und As. In der ersten Stufe und in der zweiten Stufe des verwendeten mehrfeldrigen Abscheiders ist jeweils mindestens ein elektrisches Feld angeordnet. Bei einer Abgasmenge von 100 000 m³/h beträgt die Feldstärke 1,5 bis 2,5 kV/cm und die gesamte Niederschlagsfläche des mehrfeldrigen Abscheiders liegt im Bereich von 400 bis 700 m². Als plattenförmige Niederschlags Elektroden können Metallplatten, Metallnetze, Kunststoffgewebe oder Platten aus keramischen Materialien verwendet werden. Bei der an den oberen Enden der Niederschlags Elektroden in der zweiten Stufe aufgegebenen Flüssigkeit handelt es sich um eine wäßrige Lösung. Als Staubsammelvorrichtung können verschiedenartige Vorrichtungen wie Staubbunker, Staubsammelrinnen und Austragsorgane wie Förderschnecken eingesetzt werden.

Während in der ersten Stufe der weitaus größte Teil des Staubes trocken abgeschieden wird, kann auch der noch in die zweite Stufe gelangende Staub weitgehend trocken abgeschieden und damit von den Schadstoffen getrennt werden. Dies wird dadurch erreicht, daß nur die Niederschlags Elektroden benetzt werden und daß die zur Berieselung verwendete Flüssigkeit unmittelbar unterhalb der Niederschlags Elektroden in Sammelrinnen abgeführt wird, während der eigentliche Gasgassenraum sowie der Raum unterhalb der Elektroden trocken bleiben. Daher gelangt nur noch ein sehr geringer Teil des Staubes in die Flüssigkeit.

Das Verfahren hat den Vorteil, daß die im Abgas enthaltenen Schadstoffe in der zweiten Stufe nicht mit dem in der zweiten Stufe noch anfallenden, im wesentlichen trockenen Staub vermischt und aus dem Abscheider ausgetragen werden. In der zweiten Stufe fällt somit kein mit Schadstoffen beladener Schlamm an, dessen Entsorgung problematisch ist. Ferner ermöglicht dieses Verfahren den Staubwiderstand so weit abzusenken, daß die Erscheinung des Rücksprühens vermieden wird und eine Abscheidung von Staub und Schadstoffen derart erfolgt, daß die Grenzwerte für Schadstoffkonzentrationen im Reingas relativ weit unterschritten werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung beträgt die Verweilzeit der Gase in der ersten Stufe 60 bis 80 % der gesamten Verweilzeit in einem mehrfeldrigen Abscheider. Durch diese Maßnahme wird bewirkt, daß sich die Gastemperatur in der zweiten Stufe nur um annähernd die Temperaturdifferenz absenkt, um welche sich die Gastemperatur durch das nachgeschaltete Gebläse infolge der Gaskompression wieder erhöht. Gleich-

zeitig erfolgt eine Anhebung des Wassertaupunktes um nur ca. 4° C. Dies hat zur Folge, daß der Abstand zwischen Gastemperatur und Wassertaupunkt in der zweiten Stufe des mehrfeldrigen Abscheiders so groß gewählt ist, daß es nicht zu einer Unterschreitung des Wassertaupunktes und damit zu einer Kondensation der sauren Schadstoffe an den nicht benetzten trockenen Teilen der zweiten Stufe kommt. Besondere Maßnahmen zur Vermeidung von Korrosion in der zweiten Stufe sind somit nicht erforderlich. Gleichzeitig ermöglicht die erfindungsgemäße Aufteilung der Verweilzeit eine Abscheidung der groben Kornfraktion des Staubes in der ersten Stufe und eine Abscheidung des Feinkornanteils des Staubes in der zweiten Stufe. Das Verfahren kann somit mit geringen Gasgeschwindigkeiten erfolgreich durchgeführt werden, wobei die Verweilzeit in der zweiten Stufe ausreicht, um die Schadstoffe aus dem Abgas in ausreichendem Maße zu entfernen.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß als Flüssigkeit eine alkalische wäßrige Lösung mit einem pH-Wert von 7 bis 9 verwendet wird. Bei Verwendung einer solchen alkalischen wäßrigen Lösung werden die sauren Schadstoffe in relativ großer Menge gebunden, so daß das aus der zweiten Stufe abgeführte Reingas nahezu frei von sauren Schadstoffen ist.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird der Flüssigkeit NaOH und/oder KOH und/oder Ca(OH)₂ zugesetzt. Diese Stoffe sind in Wasser leicht löslich, so daß eine Einstellung eines pH-Wertes im Bereich von 7 bis 9 in der wäßrigen Lösung schnell und unproblematisch erfolgen kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden die Niederschlags Elektroden mit einer Pulsspannung im Bereich von 20 bis 400 ms beaufschlagt. Im Gegensatz zur normalen Betriebsweise eines Elektrofilters werden durch diese Maßnahme nur so viele Gleichspannungsimpulse zur Sprühelektrode durchgeschaltet, daß gerade genügend Ladungsträger für die Abscheidung des im Rohgasstrom vorhandenen Staubes erzeugt werden. Anschließend wird für eine Zeitspanne von 20 bis 400 ms der Thyristor gesperrt, wobei die Filterspannung exponentiell absinkt, bis die nächsten Gleichspannungsimpulse durchgeschaltet werden. Zwischen den einzelnen Gleichspannungsimpulsen wird dabei die Filterspannung auf einem optimalen unteren Grenzwert gehalten, um ein zu starkes Absinken der Filterspannung und damit der treibenden Kraft für die Wanderung der geladenen Staubpartikel zur Niederschlags Elektrode zu vermeiden. Werden die Niederschlags Elektroden mit einer Pulsspannung im Bereich von 20 bis 400 ms beaufschlagt, so wird eine hohe Staubabscheidung bereits schon in der ersten Stufe des mehrfeldrigen Abscheiders erreicht. Auch durch diese Maßnahme

ist gewährleistet, daß die gröbere Fraktion des Staubes bereits in der ersten Stufe des mehrfeldrigen Abscheiders abgeschieden werden kann.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird der Totraum zwischen den Niederschlagselektroden und der Gehäusewand des Abscheiders in der zweiten Stufe mit Heißgas gespült. Das Heißgas gelangt dabei über Düsen in den Totraum. Eine durch Taupunktunterschreitungen verursachte Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfs an den Wandungen und eine damit verbundene Korrosion der Bauteile der zweiten Stufe lassen sich dadurch vermeiden.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird als Heißgas ein Teil des aus der zweiten Stufe abgeführten Reingases verwendet. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß durch das Spülen des Totraumes nicht erneut Schadstoffe in die zweite Stufe des mehrfeldrigen Abscheiders gelangen. Das eingedüste Reingas ist weitgehend von Schadstoffen befreit, so daß eine Korrosion speziell an den Wandungen des Gehäuses des mehrfeldrigen Abscheiders fast vollständig vermieden wird.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das Sprühsystem der zweiten Stufe und/oder die Gehäusewand der zweiten Stufe geklopft. Unter dem Sprühsystem der zweiten Stufe sind alle Sprühelektroden der nassen elektrostatischen Reinigungsstufe und deren Aufhängevorrichtungen zu verstehen. Es hat sich in überraschender Weise gezeigt, daß der größte Teil des durch die Klopfung abgereinigten Staubs nicht an den mit Flüssigkeit benetzten Niederschlagselektroden angelagert wird, sondern teilweise in agglomerierter Form im trockenen Gassassenraum bzw. unmittelbar an der Gehäusewand der zweiten Stufe nach unten fällt und somit direkt der Staubsammelvorrichtung zugeführt wird. Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei nicht auf die Verwendung einer bestimmten Klopfvorrichtung beschränkt.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß das Sprühsystem in 2 bis 20 Minuten einmal geklopft wird. Unter dem Begriff "Minuten" sind die Minuten im Einschalt-Betrieb der zweiten Stufe zu verstehen. Wird das Sprühsystem in 2 bis 20 Minuten einmal geklopft, so erfolgt eine gründliche Reinigung des Sprühsystems, ohne daß der eigentliche Prozeß der elektrostatischen Reinigung in der zweiten Stufe nachteilig beeinflusst wird.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die einzelnen Sprühelektroden oder die einzelnen Aufhängevorrichtungen des Sprühsystems einer Gasgasse nacheinander geklopft. Dies hat den Vorteil, daß starke Aufwirbelungen von Staub und kurzzeitig erhöhte Staubkonzentrationen im Reingas sicher vermieden werden.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die Gehäusewand der zweiten Stufe in 20 bis 120 Minuten einmal geklopft. Unter dem Begriff "Minuten" sind die Einschalt-Minuten im Betrieb der zweiten Stufe zu verstehen. Durch diese Maßnahme wird die Gehäusewand während des Betriebes gründlich vom Staub befreit, ohne daß der Prozeß der elektrostatischen Reinigung in der zweiten Stufe nachteilig beeinflusst wird.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird ferner durch die Schaffung einer Vorrichtung gelöst, bei der die Niederschlagsfläche der Niederschlagselektroden der zweiten Stufe 20 bis 45 % der Gesamtniederschlagsfläche des Abscheiders beträgt. Dadurch lassen sich Staub und Schadstoffe auch bei geringen Gasgeschwindigkeiten weitgehend aus dem Abgas entfernen, so daß die vorgeschriebenen Reingasgrenzwerte für die Staub- und Schadstoffkonzentrationen relativ weit unterschritten werden.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind an den oberen Enden der Niederschlagselektroden der zweiten Stufe jeweils Überlaufrinnen und an den unteren Enden der Niederschlagselektroden der zweiten Stufe jeweils Sammelrinnen angeordnet, wobei die Niederschlagselektroden der zweiten Stufe am unteren Ende der jeweiligen Überlaufrinnen befestigt sind. Diese Maßnahme bewirkt zum einen ein gleichmäßiges Berieseln der Niederschlagselektroden, zum anderen ist sichergestellt, daß die mit den Schadstoffen beladene Flüssigkeit unmittelbar unter den unteren Enden der Niederschlagselektroden relativ staubfrei aufgefangen und anschließend ausgetragen werden kann. Die Sammelrinnen sind dabei so dimensioniert, daß sie die Flüssigkeitsmenge, deren Durchsatz bei einer Abgasmenge von 100 000 m³/h in der Regel 40 bis 80 m³/h beträgt, aufnehmen können. Die Überlaufrinnen sind so dimensioniert, daß die Niederschlagselektroden gleichmäßig mit einem Flüssigkeitsfilm benetzt werden. Sind die Niederschlagselektroden der zweiten Stufe am unteren Ende der jeweiligen Überlaufrinnen befestigt, wird eine gleichmäßige Benetzung der Niederschlagselektroden ausgehend vom oberen Ende der Niederschlagselektroden erreicht.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens eine Kante der einzelnen Überlaufrinnen kammförmig ausgebildet. Durch diese Maßnahme ist sichergestellt, daß die Niederschlagselektroden gleichmäßig mit einem Flüssigkeitsfilm benetzt werden und daß die Dicke des Flüssigkeitsfilms über der Niederschlagsfläche der jeweiligen Niederschlagselektrode annähernd konstant ist. Dies ermöglicht eine gleichmäßige Abscheidung der Schadstoffe in der zweiten Stufe, wobei jeweils fast die gesamte Niederschlagselektrodenfläche für die Abscheidung der Schadstoffe

zur Verfügung steht und Überdimensionierungen der einzelnen Niederschlagselektrodenflächen nicht erforderlich sind.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist in jeder Überlaufrinne ein an die Flüssigkeitszuführung angeschlossenes, mit Öffnungen versehenes Flüssigkeitsverteilerrohr angeordnet. Gemäß dieser Anordnung kann die Flüssigkeit den einzelnen Überlaufrinnen direkt von oben zugeführt werden. Auch bei dieser Anordnung ist es möglich, die Flüssigkeit im Kreislauf zu führen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist jede Überlaufrinne mit dem jeweiligen Flüssigkeitsverteilerrohr verbunden. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß jede Niederschlagselektrode über die jeweilige Überlaufrinne direkt mit dem jeweiligen Flüssigkeitsverteilerrohr verbunden ist, was bei Reparaturarbeiten einen schnellen Zugang zur Niederschlagselektrode zuläßt.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist am oberen Ende jeder Niederschlagselektrode der zweiten Stufe ein Rohr angeordnet, das direkt mit der Niederschlagselektrode verbunden ist, das auf der der Niederschlagselektrode abgewandten Seite in der Ebene der Niederschlagselektrode Bohrungen aufweist und das mit der Flüssigkeitszuführung verbunden ist, wobei an den unteren Enden der Niederschlagselektroden der zweiten Stufe jeweils Sammelrinnen angeordnet sind. Dabei kann das Rohr beispielsweise durch Verschweißen, Kleben oder durch eine Schraub- oder Nietverbindung mit der Niederschlagselektrode verbunden sein. Es hat sich in überraschender Weise gezeigt, daß es bei dem Flüssigkeitsaustritt an den Bohrungen nicht zu einer Kristallbildung kommt, so daß ein gleichmäßiges Berieseln der Niederschlagselektroden über eine lange Betriebszeit gewährleistet ist. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann ferner die Dicke des Flüssigkeitsfilms durch Veränderung der zugeführten Flüssigkeitsmenge optimiert werden. Dabei kann es auch vorteilhaft sein, während der kontinuierlichen Zufuhr der Flüssigkeit den Durchsatz der Flüssigkeit in einem festgelegten Zyklus zu verändern.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß der Durchmesser der Bohrungen 8 bis 12 mm beträgt. Durch diese Maßnahme wird eine besonders gleichmäßige Verteilung der Flüssigkeit auf der jeweiligen Niederschlagselektrode erzielt.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung beträgt der Lochabstand der Bohrungen 20 bis 40 mm. Beträgt der Lochabstand der Bohrungen 20 bis 40 mm, so läßt sich die Dicke des Flüssigkeitsfilms auf der Niederschlagselektrode besonders vorteilhaft einstellen, da bereits auf der Außenfläche des Rohres ein Flüssigkeitsfilm mit konstanter Dicke gebildet wird.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß der Durchmesser des Rohres 60 bis 140 mm beträgt. Dies hat den Vorteil, daß bei dem Einsatz eines solchen Rohres die üblichen Durchsätze für die Flüssigkeit, die bei einer Abgasmenge von 100000 m³/h zwischen 40 und 80 m³/h betragen, problemlos auf die Niederschlagselektroden aufgebracht werden können. Hat das Rohr einen Durchmesser von 60 bis 140 mm, so ist es vielseitig einsetzbar, so daß die Kosten für die erfindungsgemäße Vorrichtung durch eine Serienfertigung des Rohres verringert werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Rohr zusätzlich über mindestens eine in Längsrichtung des Rohres angeordnete Platte mit der Niederschlagselektrode verbunden. Durch diese Maßnahme wird zum Einen bewirkt, daß der Flüssigkeitsfilm zwischen den Bohrungen des Rohres und der Niederschlagselektrode nicht abreißt, zum Anderen wird die Verbindung zwischen Rohr und Niederschlagselektrode verstärkt. Jede Platte kann dabei beispielsweise durch Schweißen, Kleben oder durch eine Schraub- oder Nietverbindung mit dem Rohr und der Niederschlagselektrode verbunden werden.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens eine Platte tangential mit dem Rohr verbunden. Durch diese Maßnahme wird ein kontinuierlicher Übergang des Flüssigkeitsfilms zwischen Rohr und Platte erreicht.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist in der zweiten Stufe eine Heißgaszuführung angeordnet. Die Anordnung einer Heißgaszuführung in der zweiten Stufe ermöglicht das Spülen des Totraumes zwischen den Niederschlagselektroden und der Gehäusewand des Abscheiders in der zweiten Stufe mit Heißgas.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß die Kanten jeder Niederschlagselektrode der zweiten Stufe mit einer Rohrleitung verbunden sind, die an die Flüssigkeitszuführung angeschlossen ist. Dies hat den Vorteil, daß die Flüssigkeit direkt den einzelnen Niederschlagselektroden zugeführt werden kann, wobei die einzelnen Gasspalten zwischen den Niederschlagselektroden für den Gasdurchtritt freigehalten werden, so daß der Abscheidvorgang in der zweiten Stufe des mehrfeldrigen Abscheiders nicht behindert wird.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Rohrleitung an der unteren Kante jeder Niederschlagselektrode der zweiten Stufe mit Öffnungen versehen ist. Dies hat den Vorteil, daß Flüssigkeit auch in die Sammelrinnen direkt eingedüst wird, so daß diese während der Durchführung des Verfahrens gleichzeitig gereinigt werden und somit ein Austrag der mit Schadstoffen beladenen Flüssigkeit aus den Sammelrinnen sichergestellt ist. Die Öffnungen sind dabei so

ausgestaltet, daß die Flüssigkeit auch im Kreislauf geführt werden kann und trotzdem ein Zusetzen der Öffnungen durch bereits beladene Flüssigkeit vermieden wird.

Der Gegenstand der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen (Figuren 1 bis 14) näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch den mehrfeldrigen Abscheider mit drei voneinander getrennten elektrischen Feldern, wobei in Pfeilrichtung gesehen das dritte Feld mit benetzten Niederschlagselektroden ausgerüstet ist und als zweite Stufe arbeitet.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch die zweite Stufe des mehrfeldrigen Abscheiders.

Fig. 3 zeigt eine Niederschlagselektrode, deren Kanten mit einer Rohrleitung verbunden sind, mit Flüssigkeitszuführung und Sammelrinne.

Fig. 4 zeigt einen perspektivischen Ausschnitt einiger Gassassen der zweiten Stufe des mehrfeldrigen Abscheiders.

Fig. 5 zeigt die perspektivische Darstellung einer benetzten Niederschlagselektrode mit einer Überlaufrinne und einem mit Öffnungen versehenen Flüssigkeitsverteilerrohr, das an die Flüssigkeitszuführung angeschlossen ist.

Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht der Niederschlagselektrode gemäß Fig. 5.

Fig. 7 zeigt einen Querschnitt durch den oberen Teil einer benetzten Niederschlagselektrode mit Überlaufrinne, Flüssigkeitsverteilerrohr und Flüssigkeitszuführung.

Fig. 8a, 8b, 8c zeigen verschiedene Ausführungsformen von Überlaufkanten der Überlaufrinnen.

Fig. 9 zeigt einen perspektivischen Ausschnitt einer Sammelrinne mit einer an der unteren Kante jeder Niederschlagselektrode verlaufenden Rohrleitung.

Fig. 10 zeigt Sprühelektroden der zweiten Stufe zusammen mit einem Klopferwerk.

Fig. 11 zeigt einen Schnitt durch die Gehäusewand der zweiten Stufe zusammen mit einem Klopferwerk.

Fig. 12 zeigt die Draufsicht auf ein Klopferwerk nach Schnitt A-A in Figur 11.

Fig. 13 zeigt den Schnitt durch ein Rohr, das mit der Niederschlagselektrode verbunden ist.

Fig. 14 zeigt den Schnitt B-B durch das Rohr gemäß Figur 13.

In Fig. 1 ist ein Längsschnitt des mehrfeldrigen Abscheiders dargestellt. Das mit Staub und Schadstoffen beladene Abgas tritt in die erste Stufe (1), in welcher die trockene elektrostatische Reinigung erfolgt, in Pfeilrichtung ein. In der ersten Stufe (1) befinden sich trocken arbeitende Niederschlagselektroden (3a) und Sprühelektroden (4), die in einer Aufhängevorrichtung (18) gehalten und mit

Stützisolatoren (19) elektrisch isoliert sind. Die Abreinigung der trocken arbeitenden Niederschlagselektroden (3a) der ersten Stufe (1) erfolgt durch periodisches Abklopfen während des Betriebs. Zum Austrag des trocken anfallenden Staubes ist in der ersten Stufe (1) eine Staubsammelvorrichtung (5a) und eine Austragsvorrichtung (6a) vorgesehen. Das Abgas tritt unmittelbar nach der trockenen elektrostatischen Reinigung in die zweite Stufe (2) ein. In der zweiten Stufe (2) befinden sich mit Flüssigkeit benetzte Niederschlagselektroden (3b) und Sprühelektroden (4). Wie in der ersten Stufe (1) sind die Niederschlagselektroden (3b) und Sprühelektroden (4) mit Stützisolatoren (19) elektrisch isoliert. Die mit Schadstoffen beladene Flüssigkeit läuft an den jeweiligen Niederschlagselektrodenflächen herunter und gelangt in die jeweiligen Sammelrinnen (8). Für die Abtrennung des in der zweiten Stufe trocken anfallenden Staubes ist eine Staubsammelvorrichtung (5b) und eine Austragsvorrichtung (6b) vorgesehen. In der zweiten Stufe (2) des mehrfeldrigen Abscheiders ist eine Heißgaszuführung (11) angeordnet. Durch die Düsen der Heißgaszuführung (11) gelangt das Heißgas (21) in die Toträume zwischen den Niederschlagselektroden (3b) und der Gehäusewand (9) des Abscheiders. Das Reingas verläßt in Pfeilrichtung die zweite Stufe (2) des mehrfeldrigen Abscheiders.

In Fig. 2 ist ein Querschnitt durch die zweite Stufe (2) des mehrfeldrigen Abscheiders mit den Niederschlagselektroden (3b), den Sprühelektroden (4) zusammen mit Überlaufrinnen (7), Sammelrinnen (8) und der Heißgaszuführung (11) dargestellt. Die Staubsammelvorrichtung (5b) ist nach Fig. 2 als Austragsschnecke ausgeführt, welche den in der zweiten Stufe (2) anfallenden trockenen Staub einem Austragsorgan (6b) zuführt. Die von den Sammelrinnen (8) aufgefangene, mit Schadstoffen beladene Flüssigkeit wird über einen Ablauf (20) seitlich ausgetragen. Über den Ablauf (20) kann dabei die beladene Flüssigkeit, in welcher gelöste Salze vorhanden sind, einer nachgeschalteten Kristallisationsanlage zugeführt werden, in der die gelösten Salze als Feststoffe gewonnen werden.

In Fig. 3 ist eine benetzte Niederschlagselektrode (3b) mit einer Flüssigkeitszuführung (13) und der Sammelrinne (8) dargestellt. Die Flüssigkeit gelangt von der Flüssigkeitszuführung (13) über die Rohrleitung (12) zur Überlaufrinne (7) und von dort über die Fläche der Niederschlagselektrode (3b) in die Sammelrinne (8). Der Austrag der beladenen Flüssigkeit erfolgt über den Ablauf (20).

In Fig. 4 ist ein perspektivischer Ausschnitt einiger Gassassen zwischen den Niederschlagselektroden (3b) mit Heißgaszuführung (11), Überlaufrinnen (7) und Sammelrinnen (8) dargestellt. Die Flüssigkeit wird durch die Rohrleitung (12) der je-

weiligen Überlaufrinne (7) zugeführt und gelangt über die Kanten (10) der Überlaufrinne (7) zu der Niederschlagselektrode (3b). Das Heißgas (21) wird durch die Heißgaszuführung (11) in den Totraum zwischen Niederschlagselektrode (3b) und Gehäusewand (9) des Abscheiders eingedüst.

In den Fig. 5, 6 und 7 ist eine Niederschlagselektrode (3b) mit Überlaufrinne (7) und Sammelrinne (8) dargestellt, bei der die Flüssigkeit von oben der Überlaufrinne (7) zugeführt wird. Die Flüssigkeit gelangt über ein mit Öffnungen (16) versehenes Flüssigkeitsverteilerrohr (15), das an die Flüssigkeitszuführung (13) angeschlossen ist, in die Überlaufrinne (7). Die Niederschlagselektrode (3b) ist durch ein Gewicht (17) beschwert. Dies ermöglicht ihre zentrische Fixierung in der Sammelrinne (8). In Fig. 6 ist außerhalb der Gehäusewand (9) des Abscheiders in der Flüssigkeitszuführung (13) ein Ventil (23) angeordnet, mit welchem die Menge der Flüssigkeit genau dosiert werden kann. Wie in Fig. 7 dargestellt, ist die Flüssigkeitszuführung (13) und das Flüssigkeitsverteilerrohr (15) durch Stege (22) mit der Überlaufrinne (7) verbunden. Somit kann die Niederschlagselektrode (3b) über die Überlaufrinne (7) an dem Flüssigkeitsverteilerrohr (15) und der Flüssigkeitszuführung (13) gehalten werden.

Die Fig. 8a, 8b und 8c zeigen verschiedene Ausbildungsformen der Kanten (10) der Überlaufrinnen (7). Die kammförmige Ausbildung ermöglicht im Gegensatz zu einer glatten Kante eine gleichmäßige Zuführung der Flüssigkeit zur Niederschlagselektrode (3b).

In Fig. 9 ist eine Sammelrinne (8) mit einem Teil der Rohrleitung (12) an der unteren Kante einer Niederschlagselektrode (3b) dargestellt. Ein Teil der zugeführten Flüssigkeit gelangt über die Öffnungen (14) direkt in die Sammelrinne (8) und spült diese aus. Die unbeladene Flüssigkeit wird zusammen mit der beladenen Flüssigkeit aus der Sammelrinne (8) ausgetragen.

In Fig. 10 sind Sprühelektroden (4) der zweiten Stufe (2) zusammen mit einer Klopfvorrichtung schematisch dargestellt. Als Sprühelektroden können beispielsweise Metalldrähte, Metallbänder oder mit elektrisch leitfähigen Stoffen beschichtete Kunststoffasern verwendet werden. Jede Sprühelektrode (4) ist in einen zur Aufhängevorrichtung (18) gehörenden Rahmen (4a) vertikal eingespannt, an welchem ein Amboß (4b) angeordnet ist. Der Fallhammer (23) ist mit einer drehbar gelagerten Welle (24) fest verbunden. An der Welle (24) ist ein Hubhebel (25) befestigt, der über ein Gelenk (26) mit einer Zugstange (27) verbunden ist. Die Zugstange (27) ist durch das Lager (28) vertikal verschiebbar angeordnet. Wird nun die Zugstange (27) in Pfeilrichtung verschoben, so schlägt der Fallhammer (23) gegen den Amboß (4b).

In Fig. 11 ist die Gehäusewand (9) der zweiten

Stufe (2) zusammen mit einer Klopfvorrichtung dargestellt. Die Klopfvorrichtung entspricht derjenigen Klopfvorrichtung, die in Figur 10 dargestellt ist. Wird die Zugstange (27) in Pfeilrichtung verschoben, so schlägt der Fallhammer (23) gegen den Amboß (9a), welcher direkt an der Gehäusewand (9) angeordnet ist.

Fig. 12 zeigt die Draufsicht auf die Klopfvorrichtung, die in Fig. 11 dargestellt ist. Zur besseren Übersicht ist die Welle (24) in Figur 12 vergrößert dargestellt. Der Fallhammer (23) ist mit der Welle (24) verschweißt. Auch der Hubhebel (25) ist mit der Welle (24) verschweißt.

Die in den Figuren 10 bis 12 dargestellte Klopfvorrichtung ist nur beispielhaft angeführt. Es können auch andere Klopfvorrichtungen eingesetzt werden.

In Fig. 13 ist ein Rohr (29), das mit der Niederschlagselektrode (3b) verbunden ist, dargestellt. Auf seiner der Niederschlagselektrode (3b) abgewandten Seite weist das Rohr (29) in der Ebene (32) der Niederschlagselektrode (3b) Bohrungen (30) auf, durch welche die Flüssigkeit aus dem Inneren des Rohres nach außen tritt. Das Rohr (29) ist zusätzlich über die Platten (31a) und (31b) mit der Niederschlagselektrode (3b) verbunden. Die Platten (31a) und (31b) sind dabei an den Stellen (X) bzw. (X') tangential über die gesamte Länge des Rohres (29) mit dem Rohr (29) verbunden. Die durch die Bohrungen (30) ausgetretene Flüssigkeit läuft an der Außenwand des Rohres (29) den Platten (31a) und (31b) zu, wobei sich ein Flüssigkeitsfilm mit einer konstanten Dicke ausbildet. Die Flüssigkeit gelangt über die Platten (31a) und (31b) direkt auf die Fläche der Niederschlagselektrode (3b) und fließt nach unten ab.

In Fig. 14 ist der Schnitt B-B durch das Rohr (29) in der Ebene (32) der Niederschlagselektrode (3b) gemäß Figur 1 dargestellt. Durch die Bohrungen (30) wird die Flüssigkeit in Pfeilrichtungen nach außen abgeführt und bildet auf der Außenfläche des Rohres (29) einen Flüssigkeitsfilm mit nahezu konstanter Dicke aus.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels näher beschrieben:

Die Abgasmenge eines Sinterbandes beträgt 400 000 Nm³/h, wobei das Abgas eine Temperatur von 120 °C, einen Taupunkt von 40 °C und einen Staubgehalt von 1 g/Nm³ hat.

Die Dauer der Behandlungszeit in der ersten Stufe (1) des mehrfeldrigen Abscheiders beträgt 6,2 s, die Behandlungszeit in der zweiten Stufe (2) des mehrfeldrigen Abscheiders beträgt 1,8 s. Die Niederschlagsfläche der Niederschlagselektroden (3b) der zweiten Stufe (2) beträgt 23 % der Gesamtniederschlagsfläche des Abscheiders.

Der Durchsatz für die Flüssigkeit zur Benetzung der Niederschlagselektroden (3b) beträgt 300

m³/h. Bei einer Feldstärke im Bereich von 1,5 bis 2,5 kV/cm wurde ein Restgehalt an staubförmigen Stoffen nach Behandlung im Bereich der ersten Stufe (1) von 135 mg/Nm³ und in der zweiten Stufe (2) von 21 mg/Nm³ gemessen. Die Emissionswerte für staubförmige anorganische Stoffe lagen hinter der zweiten Stufe (2) für die Klasse I (Cd, Hg, usw.) unter 0,2 mg/Nm³, für die Klasse II (As, Ni, usw.) unter 1,0 mg/Nm³ und für die Klasse III (Pb, F, Sn, usw.) unter 5,0 mg/Nm³ (Klasseneinteilung der staubförmigen anorganischen Stoffe nach TA-Luft vom 27.02.1986). Die Grenzwerte für dampf- oder gasförmige anorganische Stoffe - insbesondere für SO₂ mit 500 mg/Nm³ - wurden in dem Versuch nicht überschritten.

Der Temperaturabfall im Bereich der benetzten Niederschlags Elektroden (3b) lag bei ca. 25 °C, wodurch die Gastemperatur auf 95 °C abfiel und der Taupunkt auf 44 °C angehoben wurde. Durch das nachgeschaltete Gebläse erhöhte sich die Gastemperatur um 24 °C, wodurch diese wieder auf 119 °C angehoben wurde. Das Gas hatte somit eine Gaseintrittstemperatur am Kaminfuß von 119 °C. Des Weiteren wurde durch die in der zweiten Stufe (2) erfindungsgemäß herbeigeführte, relativ geringfügige Abkühlung des Abgases eine Energieeinsparung für das verwendete 3-MW-Gebläse von ca. 120 kW bei einer Gaseintrittstemperatur von 95 °C und einem Taupunkt von 44 °C erreicht.

Ansprüche

1. Verfahren zur elektrostatischen Reinigung staub- und schadstoffhaltiger Abgase in mehrfeldrigen Abscheidern, wobei die Abgase in Strömungsrichtung in einer ersten Stufe (1) zunächst einer trockenen elektrostatischen Reinigung in aus plattenförmigen Niederschlags Elektroden (3a) gebildeten Gasgassen unterworfen und danach in einer zweiten Stufe (2) durch ein oder mehrere Felder mit flüssigkeitsbenetzten, Gasgassen bildenden Niederschlags Elektroden (3b) geleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die in der zweiten Stufe (2) an den oberen Enden der Niederschlags Elektroden (3b) aufgegebenen Flüssigkeit unmittelbar unter den unteren Enden der Niederschlags Elektroden (3b) aufgefangen und aus dem Abscheider seitlich abgetragen wird und daß der in der zweiten Stufe (2) noch anfallende, im wesentlichen trockene Staub einer Staubsammelvorrichtung (5b) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verweilzeit der Gase in der ersten Stufe 60 bis 80 % der gesamten Verweilzeit in einem mehrfeldrigen Abscheider beträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Flüssigkeit eine alkalische wäßrige Lösung mit einem pH-Wert von 7 bis 9

verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkeit NaOH und/oder KOH und/oder Ca(OH)₂ zugesetzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Niederschlags Elektroden (3a) oder (3b) mit einer Pulsspannung im Bereich von 20 bis 400 ms beaufschlagt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Totraum zwischen den Niederschlags Elektroden (3b) und der Gehäusewand (9) des Abscheiders in der zweiten Stufe (2) mit Heißgas (21) gespült wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Heißgas (21) ein Teil des aus der zweiten Stufe (2) abgeführten Reingases verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Sprühsystem der zweiten Stufe (2) und/oder die Gehäusewand (9) der zweiten Stufe (2) geklopft wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Sprühsystem in 2 bis 20 Minuten einmal geklopft wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Sprühelektroden (4) oder die einzelnen Aufhängevorrichtungen (18) des Sprühsystems einer Gasgasse nacheinander geklopft werden.

11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Gehäusewand (9) der zweiten Stufe in 20 bis 120 Minuten einmal geklopft wird.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, die aus einer ersten Stufe (1) für eine trockene elektrostatische Reinigung und aus einer zweiten Stufe (2) mit flüssigkeitsbenetzten, Gasgassen bildenden Niederschlags Elektroden (3b) besteht, dadurch gekennzeichnet, daß die Niederschlagsfläche der Niederschlags Elektroden (3b) der zweiten Stufe (2) 20 bis 45 % der Gesamtniederschlagsfläche des Abscheiders beträgt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß an den oberen Enden der Niederschlags Elektroden (3b) der zweiten Stufe (2) jeweils Überlaufrinnen (7) und an den unteren Enden der Niederschlags Elektroden (3b) der zweiten Stufe (2) jeweils Sammelrinnen (8) angeordnet sind, wobei die Niederschlags Elektroden (3b) der zweiten Stufe (2) am unteren Ende der jeweiligen Überlaufrinnen (7) befestigt sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Kante (10) der einzelnen Überlaufrinnen (7) kammförmig ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Überlauf-

rinne (7) ein an die Flüssigkeitszuführung (13) angeschlossenes, mit Öffnungen (16) versehenes Flüssigkeitsverteilerrohr (15) angeordnet ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß jede Überlaufrinne (7) mit dem jeweiligen Flüssigkeitsverteilerrohr (15) verbunden ist. 5

17. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß am oberen Ende jeder Niederschlagselektrode (3b) der zweiten Stufe ein Rohr (29) angeordnet ist, das direkt mit der Niederschlagselektrode (3b) verbunden ist, das auf der der Niederschlagselektrode (3b) abgewandten Seite in der Ebene (32) der Niederschlagselektrode (3b) Bohrungen (30) aufweist und das mit der Flüssigkeitszuführung (13) verbunden ist und daß an den unteren Enden der Niederschlagselektroden (3b) der zweiten Stufe (2) jeweils Sammelrinnen (8) angeordnet sind. 10 15

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Bohrungen (30) 8 bis 12 mm beträgt. 20

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Lochabstand der Bohrungen (30) 20 bis 40 mm beträgt. 25

20. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Rohres (29) 60 bis 140 mm beträgt.

21. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (29) zusätzlich über mindestens eine in Längsrichtung des Rohres (29) angeordnete Platte (31 a) oder (31 b) mit der Niederschlagselektrode (3 b) verbunden ist. 30

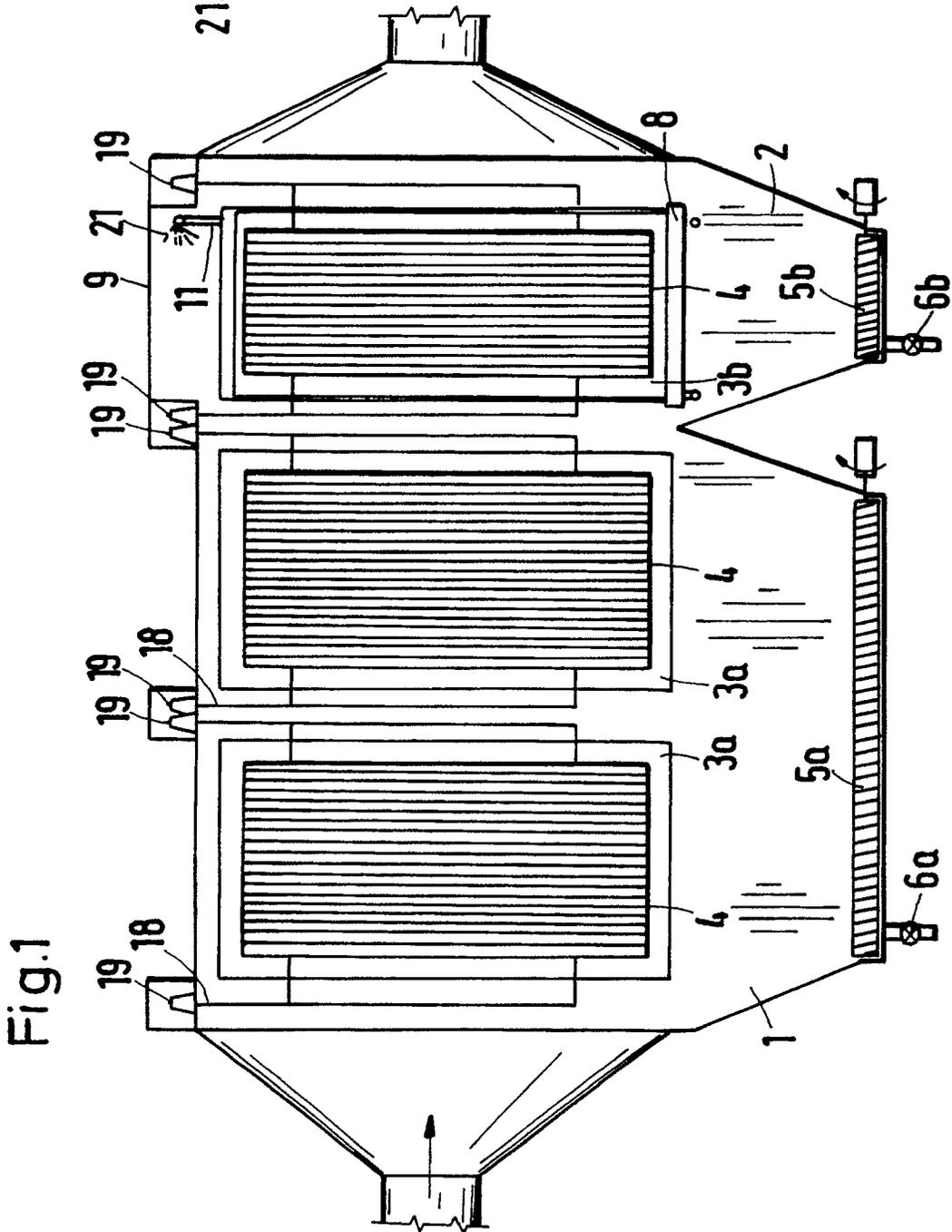
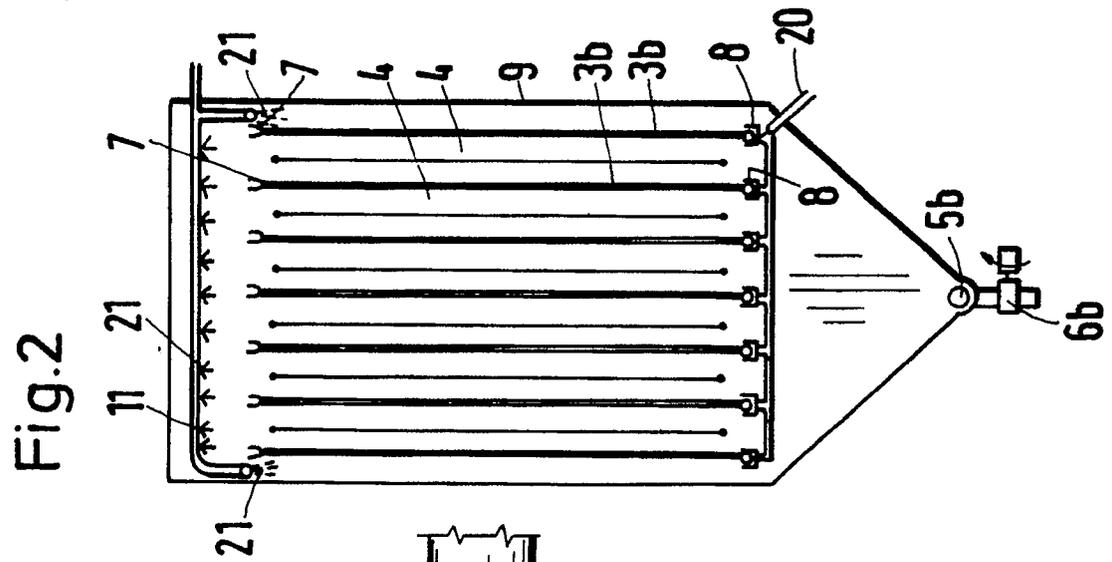
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Platte (31 a) oder (31 b) tangential mit dem Rohr (29) verbunden ist. 35

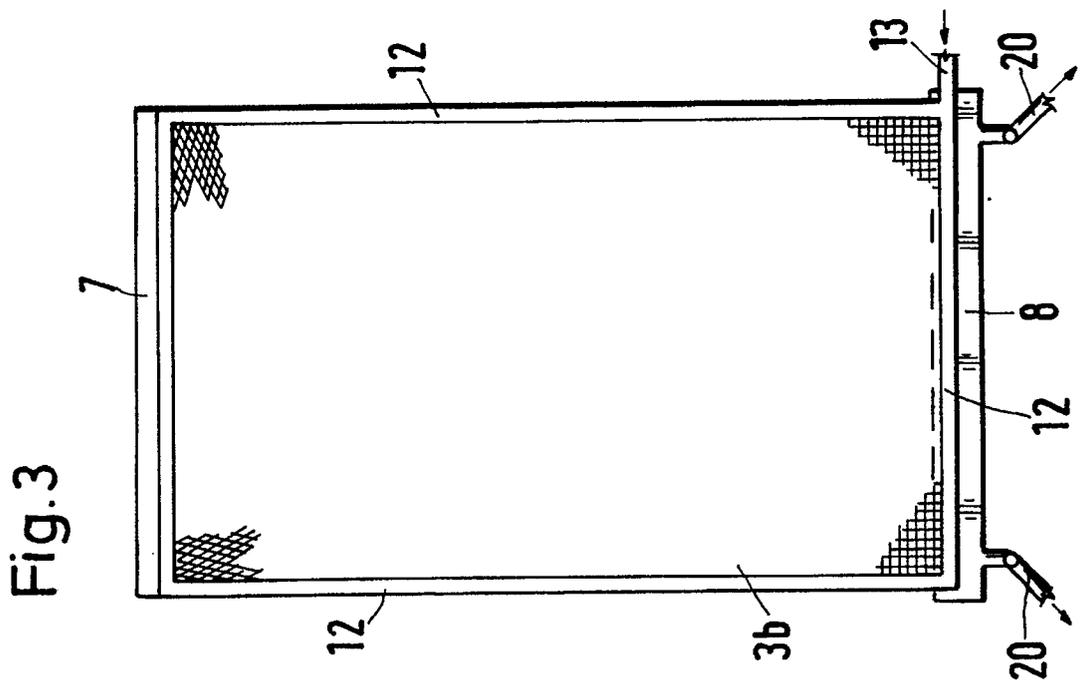
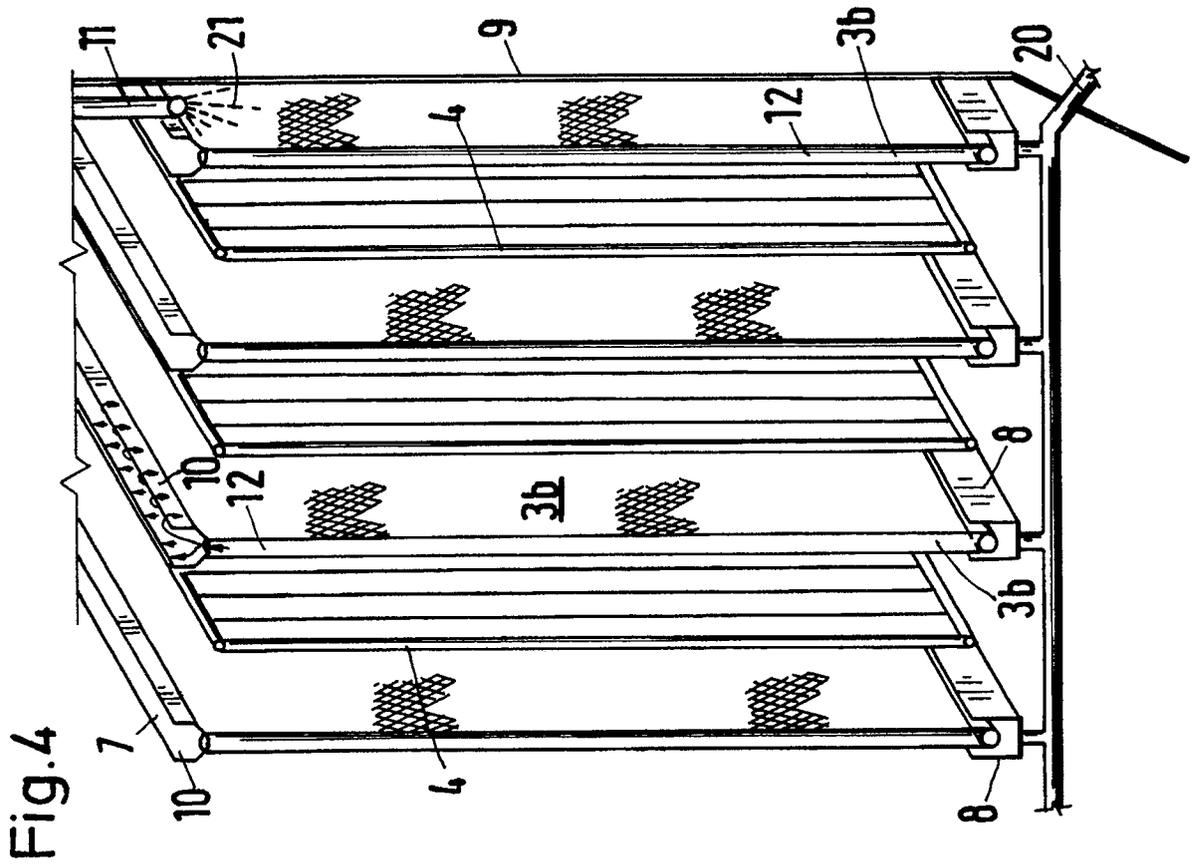
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß in der zweiten Stufe (2) eine Heißgaszuführung (11) angeordnet ist. 40

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanten jeder Niederschlagselektrode (3b) der zweiten Stufe (2) mit einer Rohrleitung (12) verbunden sind, die an die Flüssigkeitszuführung (13) angeschlossen ist. 45

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrleitung (12) an der unteren Kante jeder Niederschlagselektrode (3b) der zweiten Stufe (2) mit Öffnungen (14) versehen ist. 50

55





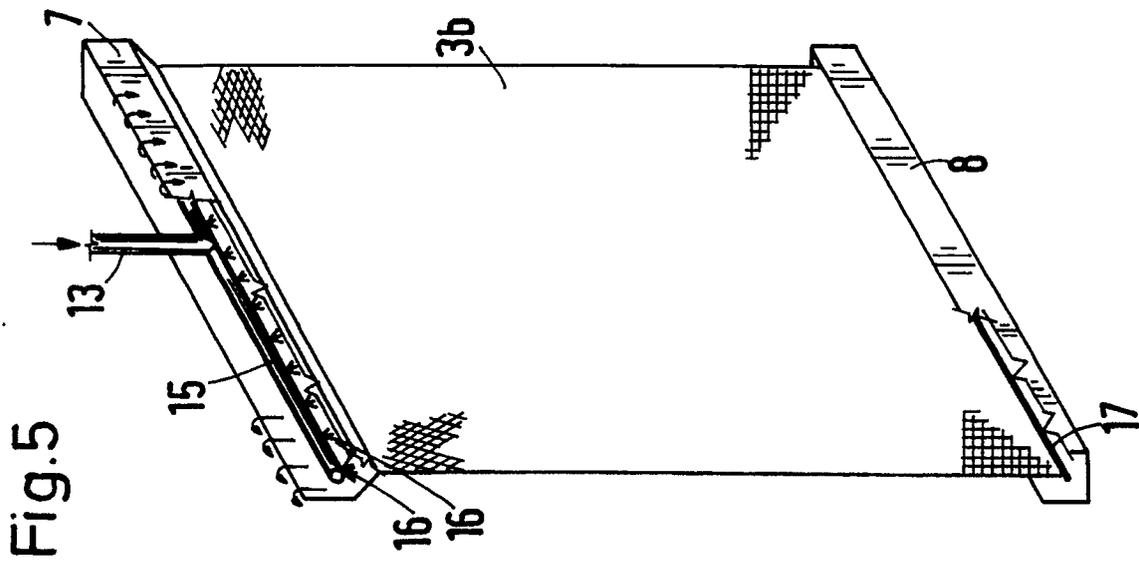
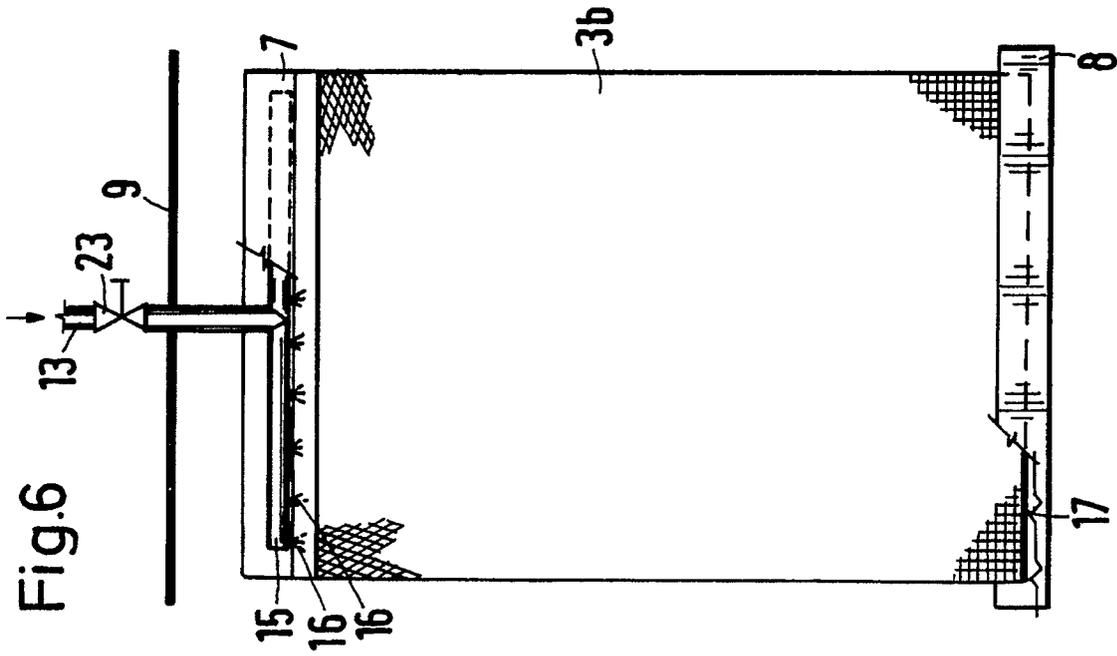
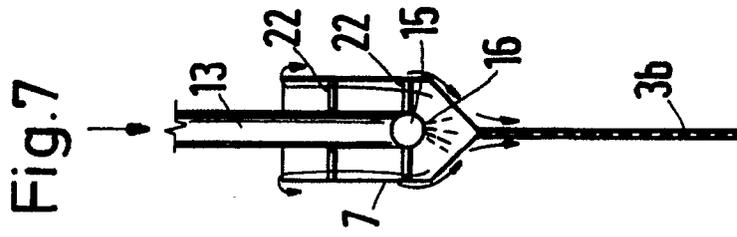


Fig.8a

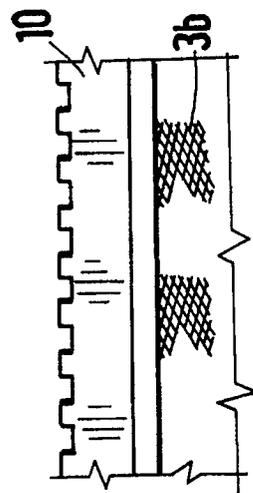


Fig.8b

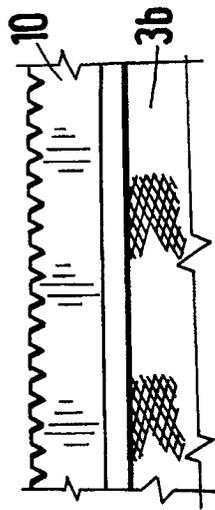


Fig.8c

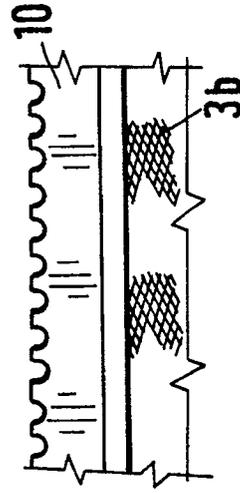


Fig.9

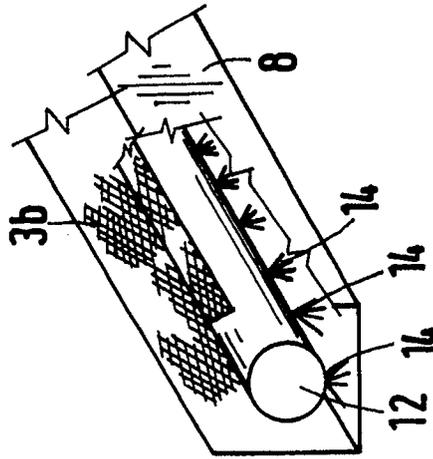


Fig.10

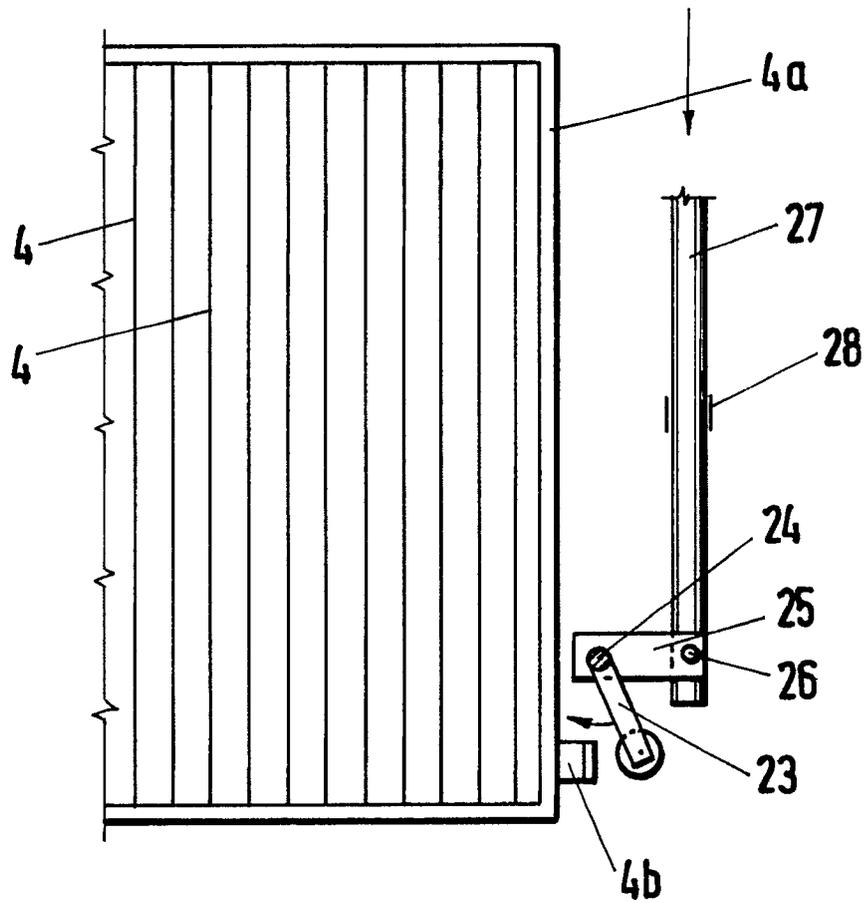


Fig.11

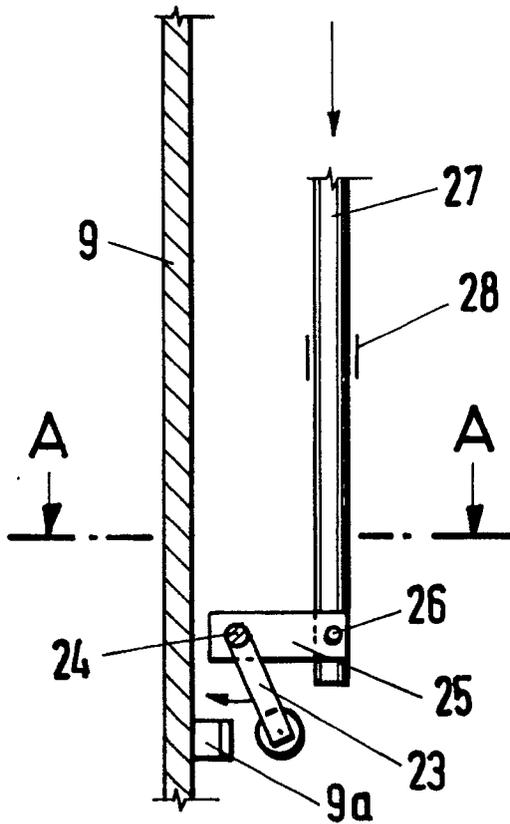
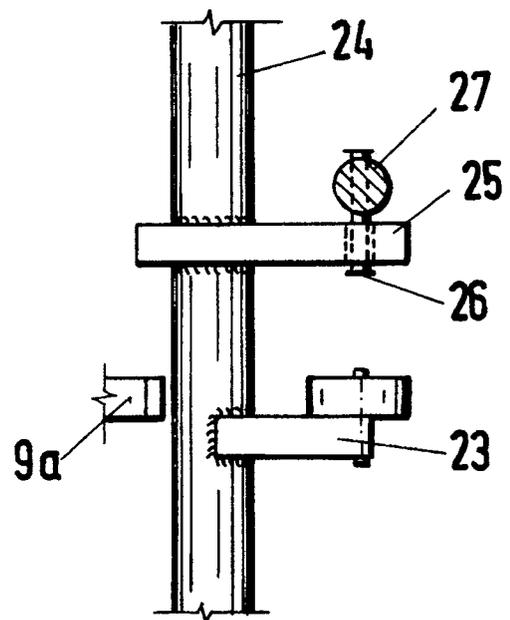


Fig. 12
(A-A)



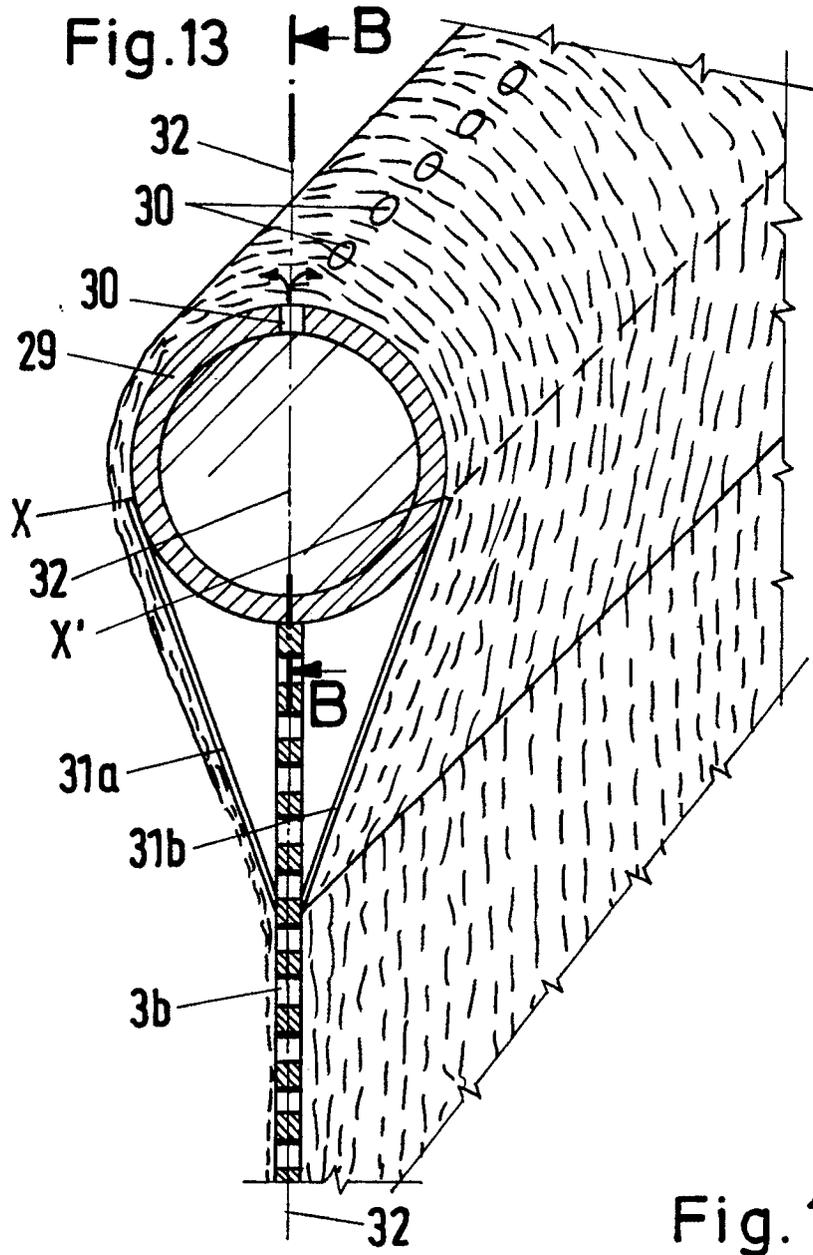
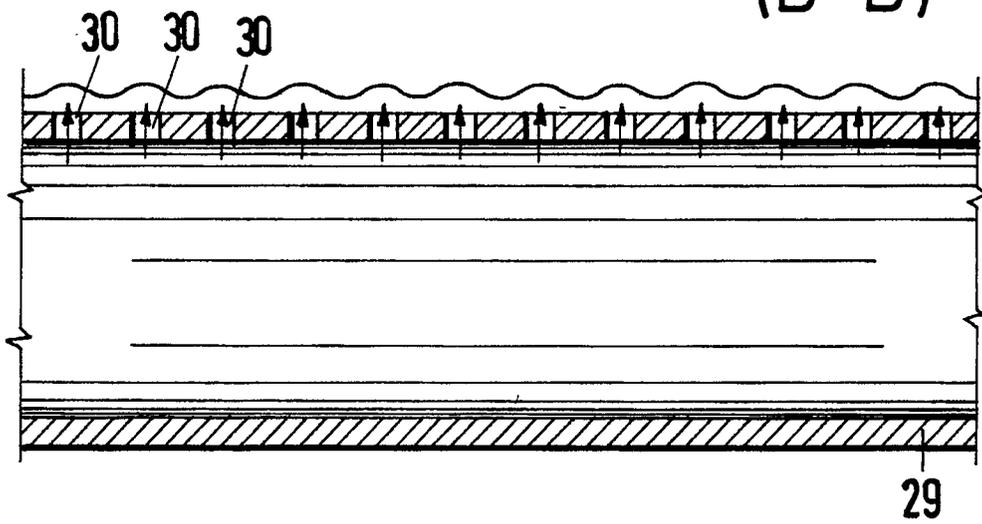


Fig. 14
(B - B)





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D,A	GB-A-9 883 50 (ONODA CEMENT CO.) * Anspruch 1 ** Seite 2, Zeile 96 - Seite 3, Zeile 34; Figur 1 * - - -	1,12,24.	B 03 C 3/02 B 03 C 3/00 B 03 C 3/53
A	CH-A-3 626 82 (GEMA AG) * Ansprüche 1, 3, 4 ** Seite 1, Zeile 56 - Seite 2, Zeile 14 ** Seite 2, Zeilen 49 - 56; Figuren 1, 2 * - - -	1,3,4,13	B 03 C 3/88 B 03 C 3/76
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no. 35 (C-46)(707) 05 März 1981, & JP-A-55 159857 (HITACHI) 12 Dezember 1980, * das ganze Dokument * - - -	1,3,4	
A	EP-A-0 076 627 (DRESSER INDUSTRIES INC.) * Anspruch 1 ** Seite 9, Zeile 25 - Seite 11, Zeile 3; Figur 3 * - - -	1,12,13, 17,21	
A	DE-A-1 926 752 (METALLGESELLSCHAFT AG) * Anspruch 1 * - - -	10	
A	GB-A-6 093 86 (F.L. SMIDTH & CO) * Anspruch 1 * - - -	11	
A	US-A-1 968 334 (A.N. CROWDER & AL.) * Anspruch 1; Figur 7 * - - -	14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	FR-A-1 139 151 (CIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MAT.D'USINES A GAZ) * das ganze Dokument * - - -	21	B 03 C
A	FR-A-1 487 268 (METALLGESELLSCHAFT AG) - - - - -		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		19 November 90	DECANNIERE L.J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	