

(19)



(11)

EP 3 680 390 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.07.2020 Patentblatt 2020/29

(51) Int Cl.:
E01H 1/00 (2006.01) E21F 5/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19211702.6**

(22) Anmeldetag: **27.11.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Both, Reinhold**
45889 Gelsenkirchen (DE)
• **Baumann, Jürgen**
44388 Dortmund (DE)

(74) Vertreter: **Schulte & Schulte**
Patentanwälte
Hauptstraße 2
45219 Essen (DE)

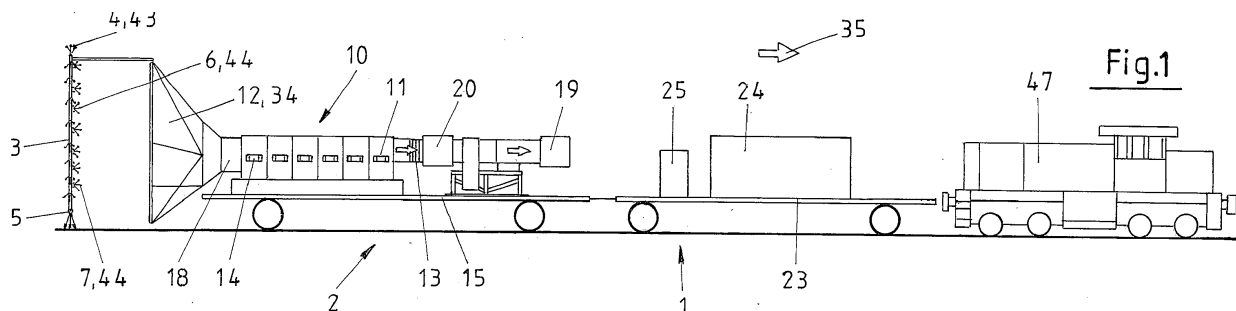
(30) Priorität: **08.01.2019 DE 102019100301**

(71) Anmelder: **CFT GMBH COMPACT FILTER**
TECHNIC
45964 Gladbeck (DE)

(54) TUNNELREINIGUNGSZUG

(57) Für die Entfernung der staubhaltigen Ablagerungen in untertägigen Strecken und in insbesondere innerstädtischen Tunnel ist eine Tunnelreinigungsvorrichtung 1 vorgesehen, die über einen Trockenfilter 11 mit einer Vielzahl von Filterelementen 16, 17 verfügt. Das aus mehreren Teilgehäusen 62, 63, 64 bestehende Filtergehäuse 14 ist einem Transportwagen 15 zugeordnet, der zusammen mit einem zweiten Transportwagen 23 die nötigen Versorgungsteile für diesen Trockenfilter 11 trägt und auf Schienen 29 oder auch auf dem Tunnelboden verfahrbar ist. Zur Lösung des insbesondere Feinstaubes, der auf der Tunnelwand 8 und auf der Tunnelsohle 9 sich abgelagert hat, wird er durch einen Düsenkranz 36 mit zwei Sorten von Luftdüsen 4-7 aufgewirbelt

und über den dabei entstehenden und den durch sogenannte Trichterdüsen 44 erzeugten Luftstrom in einen Saugtrichter 34 hineingesaugt, um dann in dem schon erwähnten Trockenfilter 11 entstaubt zu werden. Durch gleichmäßige Beschickung der im Filtergehäuse 14 angeordnete Filterelemente 16, 17 kann die Luftgeschwindigkeit soweit reduziert werden, dass ein sicheres Ablagern insbesondere der Feinstäube sicher erfolgen kann. Dieser Feinstaub wird dann zusammen mit den anderen Staubbestandteilen durch Druckluft vom Filtergewebe abgereinigt und kann problemlos entsorgt werden, insbesondere ohne wieder in die Umgebungsluft zu gelangen, wie das beim Stand der Technik immer wieder erfolgt ist.

**Fig.1****EP 3 680 390 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Entfernen der staubhaltigen Ablagerungen in untertägigen Strecken und in insbesondere innerstädtischen Tunnel mit Hilfe von Luftdüsen, die einem Ringsystem zugeordnet und auf die Tunnelwände und die Tunnelsohle ausgerichtet sind, und einem Saugmund, der einem fahrbaren Reinigungssystem mit Trockenfilter vorgeordnet ist.

[0002] Aus der DE 16 58 405.7 A1 ist eine Tunnelreinigungsvorrichtung bekannt, bei der einem fahrbaren Untersatz eine Konstruktion zugeordnet ist, die über Gelenkarme verfügt, die innenseitig eine Reinigungsrolle tragen, die schwenkbar befestigt ist und somit an der Tunnelwand vorbei geführt reinigend arbeiten kann. Bei unebenen Tunnelwänden und insbesondere auch einer entsprechenden Tunnelrolle ist eine solche Vorrichtung nicht oder nur mit erheblichen Nachteilen behaftet einsetzbar. In der DE 26 58 420 C2 ist eine Vorrichtung offenbart, bei der eine bürstenartige Walze zum Einsatz kommt und wobei im Bereich der Bürste Spritzdüsen eingesetzt werden, die die Arbeit der Bürste unterstützen sollen. Die aus den Düsen spritzende Waschflüssigkeit und das Wasser führen zur unerwünschten Durchnässung der Verkehrsfläche bzw. des Tunnelbodens, was besonders nachteilig ist, wenn elektrische Leitungen dort verlegt sind. Die GB - A - 186 970 beschreibt eine Vorrichtung, bei der zum Beispiel Druckluft zum Ablösen der staubhaltigen Bestandteile zum Einsatz kommt, wobei in der zugehörigen Reinigungseinrichtung lediglich eine Grobstaubtrennung erfolgt. Aus der DE 10 2013 104 412 B4 ist eine Zugeinheit bekannt, bei der es vor allem um die Reinigung des Gleisbettes geht. Diese Reinigungsvorrichtung ist als eine an einem Schienenfahrzeug angeordnete mobile Einheit ausgeführt und hat eine Zuführung von Druckluft als Treibmedium und eine Wirkrichtung in die jeweilige Fahrtrichtung des Schienenfahrzeugs. Eine solche Reinigungsvorrichtung ist für die Reinigung der Tunnelwände nicht geeignet.

Die EP 08 79 919 B1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reinigen von Tunnelwänden und/oder von Tunneldecken eines Tunnels von staubhaltigen fest-sitzenden Ablagerungen und von Schmutz. Bei diesem Verfahren und der Vorrichtung kommt ein Druckluftwassergemisch zum Einsatz, das über Blasdüsen, die einer befahrbaren Halterung zugeordnet sind, auf die Tunnelwand bzw. Tunneldecke gesprüht wird und zwar in Richtung auf eine Düsenhaube, die das Druckluftwassergemisch aufnimmt und für eine entsprechende Ablagerung Sorge trägt. Abgesehen davon, dass auch hier wieder die problematische Flüssigkeit mit zum Einsatz kommt, kann nicht sichergestellt werden, dass die zum Teil aus Feinstaub bestehenden Ablagerungen wirklich wirksam gebunden und in die Düsenhaube hineingesaugt werden. Vielmehr ist davon auszugehen, dass ein großer Teil dieser Feinstaubteile zwar aufgewirbelt wird aber weiter im Luftraum um die Vorrichtung verbleibt. Die EP 2 305 8 92 A2 beschreibt dagegen eine Vorrichtung zur

Reinigung des Gleisoberbaus sowie der Tunnelwände, die ausschließlich mit Druckluft arbeitet. Die Luftdüsen sind an einer Haube befestigt, die möglichst dicht an die Tunnelwand bzw. die Gleisoberfläche bzw. den Tunnelboden heran gefahren wird, sodass wiederum nicht vermieden werden kann, dass der nachteilige und gefährliche Feinstaub an der Haube vorbei in die Umgebung gelangt, um dann in der aufgewirbelten Form eine besondere Gefährdung für die im Tunnel anwesenden Bedienungsmannschaften bzw. auch die Fahrgäste von Zügen darzustellen. Gerade in der hochsensibilisierten Bevölkerung wird dies als nachteilige Gefährdung angesehen.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine mobile Reinigungsvorrichtung für vor allem Tunnel des innerstädtischen Verkehrsnetzes zu schaffen, die die Tunnelwände und den Tunnelboden vor allem von dem gefährlichen Feinstaub ohne Gefährdung der Umwelt befreien kann.

[0004] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Reinigungssystem mit Trockenfilter ein Filtergehäuse aufweist, das auf einem Transportwagen angeordnet ist und über eine Mehrzahl von Filterelementen verfügt, die zwischen einem Eingangs- und einem Ausgangsstutzen angeordnet und von der staubhaltigen, von einem Ventilator angesaugten Luft durchströmbar angeordnet und ausgebildet sind, wobei die Roh- und Reingaskanäle in dem Filtergehäuse die Filterelementzugänge voll ausnutzend geführt und ausgebildet sind und wobei der Reinigungsstutzen für das Rohgas einen dem Tunnelquerschnitt angepassten als Saugtrichter ausgebildeten Saugmund aufweist, der einen in Arbeitsrichtung im Abstand davor angebrachten Düsenkranz im Abstand ringartig angeordneter Luftdüsen trägt, dessen Durchmesser dem des Außenrandes des Saugtrichters entspricht und dem zusätzlich auf den Saugtrichter gerichtete Luftdüsen angeordnet sind, wobei der Ventilator hinter den Filterelementen mit einem Stromerzeuger verbunden ist, der auf einem Transportwagen aufgestellt ist.

[0005] Während bei der EP 2 305 8 92 A2 der durch die Vorrichtung angesaugte Staub eventuell in der Haube aufgefangen und dann irgendwie abgelagert wird, lehrt die Erfindung, dass die von dem Düsenkranz bzw. den dort angeordneten Luftdüsen aufgewirbelte Staub und damit vor allem der Feinstaub sicher in den Saugtrichter gelangt, um von dort einem bestimmten Trockenfilter zugeführt zu werden, der sicherstellt, dass nicht nur der Grobstaub, sondern auch die ganz feinen Partikel des Feinstaubes abgelagert werden, um dann in die Entsorgung zu gelangen. Hierzu ist es wichtig, dass eine Reihe von Filterelementen hintereinander angeordnet ist, um die Menge der erzeugten Luft mit dem Staub aufzunehmen und zwar so, dass alle hintereinander angeordneten Filterelemente möglichst gleichmäßig mit der Luft und dem Staub belastet sind. Dies erreicht man insbesondere dadurch, dass das Filtergehäuse, bzw. die darin verlaufenden Roh- und Reingaskanäle so verlaufen, dass aus dem Rohgaskanal die staubhaltige Luft bzw. das Rohgas

über die entsprechend beschickbaren Filterelementzugänge die Filterelemente hineingeführt wird, um dort am Gewebe das staubhaltige Material abzulagern. Die Ablagerung erfolgt jeweils an den Außenseiten der Filterelemente, sodass mit Druckluft der Staubbelag bei Bedarf abgelöst werden kann, um dann der schon erwähnten Entsorgung zugeführt zu werden. Die feinsten Staubpartikel und auch der gröbere Staub werden sicher von den Tunnelwänden und auch dem Tunnelboden abgelöst und dann gezielt dem Saugtrichter zugeführt, weil die Luftdüsen auf einem entsprechend großen Düsenkranz befestigt oder angeordnet sind. Dieser Düsenkranz ist insbesondere ringartig ausgebildet, weil damit auch bei ovalen oder leicht davon abweichenden Streckenquerschnitten immer noch die Tunnelwände sicher mit der Druckluft beaufschlagt werden können. Die Erzeugung der notwendigen Druckluft erfolgt über einen Verdichter, während der Saugvorgang über einen Ventilator erfolgt, der hinter den Filterelementen angeordnet ist und über einen Stromerzeuger so ausgelegt ist, dass er auch hohe Leistungen erbringen kann. Da der Düsenkranz und der Saugtrichter vom Umfang her gleich ausgebildet sind, ist sichergestellt, dass der aufgewirbelte Dreck und insbesondere der Feinstaub sicher in den Saugtrichter gelangt, um dann in den Filterelementen entsprechend niedergeschlagen zu werden. Die Luftdüsen sind nicht nur auf die Tunnelwand und den Tunnelboden gerichtet, sondern auch auf den Saugtrichter, sodass diese gezielte Ableitung des aufgewirbelten Materials in den Saugtrichter und die Filterelemente sichergestellt ist.

[0006] Das gewünschte Niederschlagen auch des feinsten Feinstaubes ist dadurch sichergestellt, dass die im Filtergehäuse zwischen Eingangs- und Ausgangsstützen angeordneten Rohgaskanal und Reingaskanal horizontal übereinanderliegend angeordnet und durch eine darin verlaufende, die gesamte Filtergehäusehorizontale bildende Trennwand voneinander getrennt sind, wobei die Trennwand vom Eingangsstützen in Richtung Ausgangsstützen schräg zum Dach des Filtergehäuses hochführend ausgebildet ist und wobei die Filterelemente mit der Trennwand und/oder der Rahmenkonstruktion des Filtergehäuses verbunden sind. Damit ist sichergestellt, dass die Filterelementzugänge für das angesaugte Luft-/Staubgemisch auf jeden Fall immer erreichbar sind und zwar über die gesamte zur Verfügung stehende Fläche, wobei durch die Neigung der Trennwand oder besser gesagt das Ansteigen der Trennwand den Gegebenheiten Rechnung getragen wird, dass die vom Luftstrom zunächst belasteten Filterelemente einen größeren Teil des Luftstroms aufnehmen als die am Ende des Rohgaskanal angeordneten Filterelemente. Der Verlauf der Trennwand gleicht diesen Effekt aus. Die notwendige Geschwindigkeit bzw. Führung des Luftstroms ist dabei gewährleistet. Insgesamt ist dadurch vorteilhaft erreicht, dass mit einer geringeren Luftgeschwindigkeit gearbeitet werden kann, was die Ablagerung der staubhaltigen Bestandteile im Luftstrom am Filtergewebe verbessert. Vor-

teilhaft ist weiter, dass auf Grund dieser Ausbildung mit geringen Bauhöhen beim Filtergehäuse gearbeitet werden kann, obwohl Rohgas- und Reingaskanal übereinander verlaufend angeordnet sind.

[0007] In einer vorteilhaften Optimierung des Trockenfilters ist vorgesehen, dass der Reingaskanal oberhalb und seitlich des Rohgaskanals verlaufend ausgebildet ist, sodass die gereinigte Luft am Rohgaskanal vorbei in den darüber liegenden Reingaskanalbereich strömen kann, ohne dass es zu nachteiligen Steigerungen der Luftstromgeschwindigkeit kommt.

[0008] Wie schon weiter vorne erwähnt, ist bei der Vorrichtung vorgesehen, dass ein Teil der Luftdüsen auf dem Düsenkranz als Tunnelwanddüsen auf die Tunnelwände und die -sohle und ein weiterer Teil als Trichterdüsen auf den Saugtrichter weisend angeordnet und ausgebildet sind. Vorzugweise ist die Zahl beider Luftdüsenarten annähernd gleich, wobei einige Tunnelwanddüsen weniger zum Einsatz kommen, sodass sich die beiden Luftströme unterstützen und nicht beeinträchtigen. Dabei sollten die Trichterdüsen auf den Saugtrichter hin zuweisend angeordnet werden und zwar auf das Tiefste des Saugtrichters, sodass ein Sog für die staubhaltige Luft erzeugt wird.

[0009] In einer weiteren zweckmäßigen Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Tunnelwanddüsen und die Trichterdüsen abwechselnd auf dem Düsenkranz angeordnet sind, wobei wie erwähnt die Zahl der Tunnelwanddüsen geringfügig geringer ist als die der Trichterdüsen. Diese Anordnung der Düsen führt zu einem optimal gleichmäßigen Luftstrom schon am Anfang des Saugtrichters.

[0010] Die Teile des Trockenfilters sind einem Transportwagen zugeordnet und die übrigen Aggregate einem weiteren Transportwagen, wobei sie zweckmäßigerweise für den Schienenverkehr und/oder den Straßenverkehr geeignet ausgebildet und mit einer Diesel- oder E-Lock oder einem Straßenverkehrszugfahrzeug koppelbar ausgeführt sind. Über das Zugfahrzeug kann die Bewegung der Reinigungsvorrichtung gezielt beeinflusst werden, sodass bei auftretenden Änderungen im Querschnitt oder ähnlichem sofort reagiert werden kann.

[0011] Weiter vorne ist erwähnt, dass der Stromerzeuger für den Ventilator einem Transportwagen zugeordnet ist und zwar einem gesonderten Transportwagen, auf dem gemäß der Weiterbildung der Erfindung auch ein Kompressor für die Versorgung der Luftdüsen und für die Säuberung der Filterelemente angeordnet ist. Der Staub und dabei insbesondere auch der Feinstaub wird auf den Filterflächen abgelagert und kann durch Druckluftstöße gezielt abgelöst und dann entsorgt werden. Vorteilhaft ist, dass der Feinstaub immer im Gemisch mit dem gröberen Staub ist, sodass er allein schon dadurch, dass er sich auch auf diesem Grobstaub ablagert, keine Gefährdung mehr darstellt, und sich dann mit diesem zusammen auf den Wänden der Filterelemente ablagern kann.

[0012] Um Probleme bei der Weiterführung der Luft

aus der Reinigungsvorrichtung zu vermeiden, sieht die Erfindung vor, dass der Ausgangsstutzen für das Reingas einen oder mehrere Anschlüsse für Lutten aufweist, die in Arbeitsrichtung vor den Düsenkranz austragend positioniert sind. Die verbleibende am Ausgang für das Reingas austretende Luft bringt dann keine Probleme mehr.

[0013] Weiter vorne ist bereits darauf hingewiesen worden, dass bei Änderungen des Tunnelquerschnitts Möglichkeiten bestehen sollten, den Saugtrichter bzw. den Düsenkranz entsprechend anzupassen, was dadurch möglich ist, dass der Saugtrichter und der Düsenkranz durch Aufsätze oder Erweiterungsstücke im Durchmesser erweiterbar und der Ventilator leistungsmäßig anpassbar ausgebildet sind. Mit der Erweiterung des Düsenkranzes und des Saugtrichters muss der Druckluftanfall vergrößert werden, was über den Kompressor erreicht wird, gleichzeitig muss aber auch die Menge der eingesaugten Luft vergrößert werden, was durch den Ventilator möglich wird.

[0014] Um auch den Abstand zwischen Düsenkranz und Saugtrichter anpassen zu können, sieht die Erfindung vor, dass ein den Düsenkranz haltender Träger in der Länge verstellbar und gleichzeitig der Ventilator leistungsmäßig anpassbar ausgebildet ist.

[0015] Um Probleme in den Filterelementen bzw. im Filtergehäuse zu vermeiden, ist vorgesehen, dass die Filterelemente über eine Kupferlitze unter Umgehung einer elastischen Dichtwulst mit der Außenwandung des Filtergehäuses und /oder dem Transportwagen verbunden sind. Dadurch kann eine negative elektrische Aufladung des Innenraums praktisch jedes einzelnen Filterelementes sicher vermieden werden.

[0016] Nicht nur der Saugtrichter und der Düsenkranz können sich den sich ändernden Gegebenheiten im Tunnel bzw. der Strecke angepasst werden, sondern auch der Trockenfilter. Dies ist möglich, weil jeweils mehrere Filterelemente einem Teilgehäuse zugeordnet sind. Die Teilgehäuse können in Längsrichtung der Vorrichtung erweitert oder auch verringert werden. Darüber hinaus besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit, zwei Filtergehäuse ohne Zwischenwand nebeneinander stehend zu einer Baueinheit zusammenzufügen und auf senkrechte Zwischenwände bei Roh- und Reingaskanal zu verzichten. Dadurch entsteht ein großer Filterraum, der sich ändernde Luftmengen problemlos bewältigen kann. Denkbar ist es auch, dass solche Zwischenwände beispielsweise ausdehnbar sind, sodass man bei den nebeneinander stehenden Filtergehäusen bei Bedarf einen Strang oder beide Stränge oder auch wechselnd die Filterstränge zum Einsatz bringen kann.

[0017] Eine weitere Möglichkeit, der Vergrößerung der Leistung des Trockenfilters ist die, zwei Filterelemente und dementsprechend Filtergehäuse nebeneinander und gleichzeitig zwei Filterelemente jeweils übereinander zu einer Baueinheit zusammen zu fügen sind, sodass praktisch vier Stränge entstehen oder auch mehr. So ist eine noch bessere Anpassbarkeit an sich ändernde Luft-

und Staubbelastungen möglich.

[0018] Die Erfindung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass eine Tunnelreinigungsvorrichtung geschaffen ist, mit der die bei der Tunnelreinigung erzeugte staubhaltige und insbesondere Feinstaub enthaltende Luft sicher aufgefangen und "unschädlich" gemacht werden kann, das heißt insbesondere auch der gefährliche Feinstaub wird in dafür geeignete Trockenfilter geleitet, wo er zusammen mit dem gröberen Staub niedergeschlagen und entsorgbar gemacht wird. Mit Hilfe einer derartigen Tunnelreinigungsvorrichtung können Tunnel mit rundem oder ovalem Querschnitt problemlos sicher gereinigt werden, wobei gezielt darauf verzichtet wird, schleimartigen oder festgebackenen Staub mit von dem Tunnelwänden zu lösen und zu entsorgen, weil eine solche Beschichtung ja auch den Vorteil hat, dass der in der vorbeistreichenden Luft enthaltende Staub und dabei wiederum der Feinstaub aufgefangen und festgehalten wird, sodass eine natürliche Entstaubung der Luft möglich ist.

[0019] Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnung, in der ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel mit den dazu notwendigen Einzelheiten und Einzelteilen dargestellt ist. Es zeigen:

- Figur 1 eine auf Schienen verfahrbare Tunnelreinigungsvorrichtung in Seitenansicht,
- Figur 2 eine Vergrößerung der eigentlichen Tunnelreinigungsvorrichtung,
- Figur 3 die in einem Tunnel mit rundem Querschnitt eingesetzte Tunnelreinigungsvorrichtung,
- Figur 4 Tunnelreinigungsvorrichtung mit versetzbaren Düsenkranz und Saugtrichter,
- Figur 5 Einzelheiten zum beweglichen Düsenkranz und Saugtrichter,
- Figur 6 eine Seitenansicht des Filtergehäuses,
- Figur 7 eine Draufsicht auf das Filtergehäuse der Figur 6,
- Figur 8 einen Querschnitt durch ein Filtergehäuse und
- Figur 9 eine Teilansicht des Filtergehäuses mit Trennwand.

[0020] Figur 1 zeigt eine Tunnelreinigungsvorrichtung 1, die auf Schienen in einem Tunnel 2 verfahrbar ausgebildet ist. Einem Ringsystem 3 sind eine Reihe von Luftdüsen 4, 5, 6 und 7 zugeordnet. In Arbeitsrichtung 35 hinter dem Ringsystem 3 ist das Reinigungssystem 10 angeordnet und einem Transportwagen 15 zugeordnet. Das Reinigungssystem 10 ist hier als Trockenfilter 11 ausgeführt, der aus mehreren hintereinander angeordneten Teilgehäusen 62, 63, 64 besteht. Zur Aufnahme der staubhaltigen Luft ist ein Saugmund 12 bzw. ein Saugtrichter 34 vorgesehen. Dieser Saugtrichter 34 ist so angeordnet und ausgebildet, dass er die vom Düsenkranz 36 bzw. dem Ringsystem 3 mit den Luftdüsen 4-7

aufgewirbelten Staub und dabei auch den Feinstaub sicher aufnehmen kann.

[0021] Figur 2 zeigt diesen Teil der Tunnelreinigungsvorrichtung 1 in vergrößerter Wiedergabe. Man sieht, dass der Saugtrichter 34 aus einzelnen Elementen zusammengesetzt ist, wobei hierfür einen kreisrunden Querschnitt eines Tunnels 2 vorgesehen ist. Der Außenrand 37 entspricht von seinen Abmaßen her dem des Düsenkranzes 36, wobei der Düsenkranz 36 mit einer Vielzahl von Luftdüsen 4-7 bestückt ist. Diese Düsen sind unterschiedlich angeordnet, wie insbesondere Figur 2 zu entnehmen ist, wobei die Luftdüsen 4 und 5 als Tunnelwanddüsen 43 ausgebildet sind, während die Luftdüsen 6 und 7 als Trichterdüsen 44 dienen bzw. ausgeformt sind, das heißt sie sind genau auf den Saugtrichter 34 gerichtet, um die Luftströmung in Richtung Saugtrichter 34 zu optimieren. Der Grundstrom wird über den Ventilator 20 erzeugt, der über das Ausgleichsteil 22 bzw. die flexible Leitung 13 mit dem Filtergehäuse 14 verbunden ist.

[0022] In den einzelnen Teilgehäusen 62, 63, 64 sind eine Mehrzahl von Filterelementen 16, 17 untergebracht, die über den Rohgaskanal 26 mit Rohgas 30 versorgt werden. Rohgas 30 ist hier die erhebliche Mengen Staub enthaltende Luft. Dieses Rohgas wird nach Durchlaufen der Filterelemente 16, 17 und Passieren des Ventilators 20 über den Ausgangsstutzen 19 wieder in den Luftstrom entlassen. Um hier Probleme bzgl. des Luftstroms in dem Tunnel zu vermeiden, sind ein oder mehrere Anschlüsse 49 für Lutten vorgesehen. Diese Lutten führen die Luft zurück in Richtung Düsenkranz 36 und geben dort diese Luftmengen wieder frei.

[0023] Hinter dem Ausgleichsteil 22 bzw. der flexiblen Leitung 13 ist wie erwähnt der Ventilator 20 angeordnet, dem ein Frequenzrichter 21 folgt und dann ein Rohr in Richtung Ausgangsstutzen 19. Die im Bereich des Eingangsstutzens 18 noch schwer von Staub belastete Luft enthält beim Passieren des Ausgangsstutzens 19 praktisch keinerlei Staub, insbesondere keinen Feinstaub mehr. Von daher kann diese Luft ohne jede Probleme in den übrigen Luftstrom entlassen werden.

[0024] Zwischen dem Transportwagen 15 mit dem Filtergehäuse 14 und damit dem Reinigungssystem 10 und der E-Lock 47 ist ein weiterer Transportwagen 23 angeordnet, auf dem der Stromerzeuger 24 und ein Kompressor 25 angeordnet sind. Der Stromerzeuger 24 versorgt den Ventilator 20, während der Kompressor 25 dafür sorgt, dass die Luftdüsen 4-7 mit der nötigen Druckluft versorgt werden und der auch dafür sorgt, dass genügend Druckluft zur Verfügung steht, um die einzelnen Filterelemente 16, 17 wieder von dem angesetzten Grob- und Feinstaub zu befreien. Dieser Staub fällt dann in einen Staubförderer 65, der weiter hinten noch erläutert ist.

[0025] Figur 3 zeigt einen kreisrunden Tunnel 2, in dem ein Reinigungssystem 10 arbeitet. Von diesem Reinigungssystem 10 ist der Düsenkranz 36 mit mehreren Luftdüsen 4, 4', 4'' bzw. 43, 43', 43'' und Luftdüsen 5 bzw. 43 bestückt, die entweder auf die Tunnelwand 8 bzw. die

Tunnelsohle 9 gerichtet sind. Die anderen auf den Saugtrichter 34 gerichteten Luftdüsen 6, 7 bzw. 44 sind hier nicht zu erkennen. Noch deutlich wird aus Figur 3, dass die mit Staub belastete Luft aufgrund des geringen Abstandes des Düsenkranzes 36 und des Saugtrichters 34 sicher in den Saugtrichter 34 gelangt, zumal diese Luftbewegung ja durch den Ventilator 22 saugend noch erheblich unterstützt wird. Mit 29 sind die Schienen gekennzeichnet, auf denen die gesamte Tunnelreinigungsvorrichtung 1 verfahren werden kann.

[0026] Mit Hilfe der Figur 4 soll verdeutlicht werden, dass dann, wenn der Tunnelquerschnitt 33 stark variiert, die Möglichkeit besteht, den Düsenkranz 36 und den Saugtrichter 34 so zu verschieben bzw. anzuheben, dass er den Tunnelstoß 45 sicher mit Druckluft beschicken kann.

[0027] Anhand der Figur 5 wird noch einmal verdeutlicht, dass auf dem Düsenkranz 36 in unterschiedliche Richtungen weisende bzw. wirkende Luftdüsen 4, 5 bzw. 6, 7 angeordnet sind. Sie sind hier mit der Bezeichnung Tunnelwanddüse 43 bzw. Trichterdüse 34 kenntlich gemacht. Die in Figur 4 angedeutete Anpassung der Arbeitsposition von Saugtrichter 34 und Düsenkranz 36 wird möglich durch die Querverschiebung 57 und die Höheneinstellung 58, wobei hier nur vereinfachte Angaben bzw. Zeichen verwendet werden. Außerdem kann der Saugtrichter 34 mit einem Aufsatz 50 versehen werden, um so die Trichteröffnung zu vergrößern und dem Tunnelquerschnitt 33 anzupassen und auch der Düsenkranz 36 kann vergrößert werden, insbesondere wenn er an mehreren Trägern 51, 51', 51'' befestigt ist. Angedeutet ist, dass durch die Anordnung der Träger 51, 51', 51'' an verschiedenen Anschlusspunkten die Möglichkeit besteht, die Form des Düsenkranzes 36 der des Saugtrichters 34 anzupassen oder sonst irgendwie zu verändern, um beispielsweise auch rechteckige oder ähnliche Tunnelquerschnitte reinigen zu können. Die einfache Vergrößerung des Umfangs des Düsenkranzes 36 ist mit 46 gekennzeichnet.

[0028] Die Figuren 6 und 7 zeigen das eigentliche Reinigungssystem 10, also ohne Saugtrichter 34 und Düsenkranz 36. Dieses Reinigungssystem 10 besteht aus einer Mehrzahl von Teilgehäusen 62, 63, 64 die zusammen ein Filtergehäuse 14 bilden. Das Bezugszeichen 14' soll andeuten, dass auch mehrere Filtergehäuse eine Einheit bilden können. Unterhalb des Filtergehäuses 14, 14' verläuft ein Staubförderer 65, der hier als Austragsorgan 61 für den gewonnenen Staub dient. Der Staubförderer 65 verfügt über eine Umkehre 60, sodass er eine Vielzahl von Teilgehäusen 62, 63, 64 bzw. auch von Filtergehäusen 14, 14' bedienen kann. Mit 26 ist der Rohgaskanal und mit 27 der Reingaskanal bzw. deren Enden bezeichnet.

[0029] Dieses Reinigungssystem 10 zeichnet sich durch eine Besonderheit insofern aus, als Roh- und Reingaskanal 26, 27 übereinander verlaufend angeordnet sind, was anhand der weiteren Figuren noch verdeutlicht wird. Sie sind dabei durch eine Trennwand 40 voneinan-

der getrennt, die gleichzeitig die Filtergehäusehorizontale 39 bildet. Das Dach des Filtergehäuses 14 ist mit 41 bezeichnet. Es wird durch eine weiter hinten noch gezeigte Rahmenkonstruktion 42 getragen. Die zu reinigende Luft tritt also beim Rohgaskanal 26 in das Filtergehäuse 14 ein, durchströmt als Rohgas 30 den Rohgaskanal 26 und verlässt dann als Reingas 31 den Reingaskanal 27 an der gekennzeichneten Stelle, wobei dahinter der Ventilator 20 angeordnet ist, der in Figur 7 mit dem Bezugszeichen 20 versehen ist.

[0030] Figur 7 zeigt die Draufsicht auf das mit Filterelementen 16, 17 bestückte Reinigungssystem 10 wobei erkenntlich wird, dass jeweils eine Mehrzahl von Filterelementen 16, 16', 17, 17' in den Teilgehäusen 62, 63, 64 angeordnet ist. Diese Teilgehäuse verfügen über schwingbare Türen 68, 68', um bei entsprechender Situationen Filterelemente 16, 17 zu entnehmen und auszutauschen oder auch zu reinigen. Mit 69 ist die Abreinigung bezeichnet, die dadurch erfolgt, dass Druckluft über den Kompressor 25 erzeugt in die Filterelemente 16, 17 geleitet wird, die sich daraufhin aufblähen und den festgehaltenen Staub freigeben. Dieser Staub fällt dann in den schon erwähnten Staubförderer 65. Mit 28 sind jeweils die Filterelementzugänge bezeichnet, das heißt Bereiche, durch die das Rohgas 30 den Filterelementen 16, 17 zugeführt wird, um dort die Staubbestandteile abzugeben, die sich an der Filterwand 40 festsetzen.

[0031] Figur 8 zeigt einen Querschnitt eines Filtergehäuses 14, wobei durch die punktierte Linie gekennzeichnet ist, dass dieses Rohgas 30 im Rohgaskanal 26 so geführt wird, dass es über den Filterelementzugang 28 in den Bereich des jeweiligen Filterelementes 16 kommt. Die Strömungsrichtung hat das Bezugszeichen 70 erhalten. Aus dem Rohgaskanal 26 strömt das Rohgas 30 an die Filterelemente 16, um den Staub insbesondere den Feinstaub abzulagern und dann als Reingas 31 in den Reingaskanal 27 zu strömen und von dort aus in Richtung Ausgangsstutzen 19. Das Reingassystem ist mit dem Bezugszeichen 31 versehen. 69 ist die Abgasreinigungseinrichtung, das heißt die Einrichtung mit der die Filterelemente 16, 17 mit Druckluft beaufschlagt werden können, um den anhaftenden Staub abzusprengen. Gezeigt und verdeutlicht ist hier, dass der Reingaskanal 27 oberhalb und seitlich vom Rohgaskanal 26 ausgebildet ist, um so für das Abführen der gereinigten Luft Sorge zu tragen.

[0032] Figur 9 schließlich zeigt eine vereinfachte Darstellung eines Filtergehäuses 14, bei dem kenntlich gemacht ist, dass die Trennwand 40 zwischen dem Rohgaskanal 26 und dem Reingaskanal 27 schräg nach oben führt, um so eine gleichmäßige Auslastung der Filterelemente 16, 17 zu ermöglichen, die hier nicht dargestellt sind. 42 ist das Ganze tragende Rahmenkonstruktion. Zu Figur 7 ist noch zu erwähnen, dass dort angedeutet ist, dass die einzelnen Filterelemente 16, 17 über eine Kupferlitze 53 unter Umgehung einer elastischen Dichtwulst 54 mit der Außenwand 55 verbunden sind, wobei das hier nur angedeutet ist.

[0033] Alle genannten Merkmale, auch die den Zeichnungen allein zu entnehmenden, werden allein und in Kombination als erfindungswesentlich angesehen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Entfernen der staubhaltigen Ablagerungen in untertägigen Strecken und in insbesondere innerstädtischen Tunnel (2) mit Hilfe von Luftdüsen (4-7), die einem Ringsystem (3) zugeordnet und auf die Tunnelwände (8) und die Tunnelsohle (9) ausgerichtet sind, und einem Saugmund (12), der einem fahrbaren Reinigungssystem (10) mit Trockenfilter (11) vorgeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Reinigungssystem (10) mit Trockenfilter (11) ein Filtergehäuse (14) aufweist, das auf einem Transportwagen (15) angeordnet ist und über eine Mehrzahl von Filterelementen (16, 17) verfügt, die zwischen einem Eingangs- (18) und einem Ausgangsstutzen (19) angeordnet und von der staubhaltigen, von einem Ventilator (20) angesaugten Luft durchströmbar angeordnet und ausgebildet sind, wobei die Roh- und Reingaskanäle (26, 27) in dem Filtergehäuse (14) die Filterelementzugänge (28) voll ausnutzend geführt und ausgebildet sind und wobei der Eingangsstutzen (18) für das Rohgas (30) einen dem Tunnelquerschnitt (33) angepassten als Saugtrichter (34) ausgebildeten Saugmund (12) aufweist, der einen in Arbeitsrichtung (35) im Abstand davor angebrachten Düsenkranz (36) im Abstand ringartig angeordneter Lüftdüsen (4-7) trägt, dessen Durchmesser dem des Außenrandes (37) des Saugtrichters (34) entspricht und dem zusätzlich auf den Saugtrichter (34) gerichtete Lüftdüsen (4-7) zugeordnet sind, wobei der Ventilator (20) hinter den Filterelementen (16, 17) mit einem Stromerzeuger (24) verbunden ist, der auf einem eigenen Transportwagen (23) aufgestellt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die im Filtergehäuse (14) zwischen Eingangs- und Ausgangsstutzen (18, 19) angeordneten Rohgaskanal (26) und Reingaskanal (27) horizontal übereinanderliegend angeordnet und durch eine darin verlaufende, die gesamte Filtergehäusehorizontale (39) bildende Trennwand (40) voneinander getrennt sind, wobei die Trennwand (40) vom Eingangsstutzen (18) in Richtung Ausgangsstutzen (19) schräg zum Dach (41) des Filtergehäuses (14) hochführend ausgebildet ist und wobei die Filterelemente (16, 17) mit der Trennwand (40) und/oder der Rahmenkonstruktion (42) des Filtergehäuses (14) verbunden sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,
dass der Reingaskanal (26) oberhalb und seitlich des Rohgaskanals (27) verlaufend ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Teil der Luftdüsen (4, 5) auf dem Düsenkranz (36) als Tunnelwanddüsen (43) auf die Tunnelwände (8) und die -sohle (9) und ein weiterer Teil als Trichterdüsen (44) auf den Saugtrichter (34)weisend angeordnet und ausgebildet sind. 5 10
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Tunnelwanddüsen (43) und die Trichterdüsen (44) abwechselnd auf dem Düsenkranz (36) angeordnet sind. 15
6. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Düsenkranz (36) zusammen mit dem Saugtrichter (34) in Richtung auf die Strecken- oder Tunnelstöße (45) und/oder in der Höhe verschiebbar ist. 20
7. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Transportwagen (15, 23) für den Schienenverkehr und/oder den Straßenverkehr geeignet ausgebildet und mit einer Diesel- oder E-Lock (47) oder einem Straßenverkehrszugfahrzeug koppelbar ausgeführt sind. 25 30
8. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass auf dem den Stromerzeuger (24) aufnehmenden Transportwagen (23) ein Kompressor (25) für die Versorgung der Luftdüsen (4-7) und für die Säuberung der Filterelemente (16, 17) angeordnet ist. 35 40
9. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ausgangsstutzen (19) für das Reingas (31) einen oder mehrere Anschlüsse (49) für Lutten aufweist, die in Arbeitsrichtung (35) vor dem Düsenkranz (36) austragend positioniert sind. 45
10. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Saugtrichter (34) und der Düsenkranz (36) durch Aufsätze (50) oder Erweiterungsstücke im Durchmesser erweiterbar und der Ventilator (20) leistungsmäßig anpassbar ausgebildet sind. 50
11. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein den Düsenkranz (36) haltender Träger (51) in der Länge verstellbar und gleichzeitig der Venti-

lator (20) leistungsmäßig anpassbar ausgebildet ist,

12. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Filterelemente (16, 17) über eine Kupferlitze (53) unter Umgehung einer elastischen Dichtwulst (54) mit der Außenwandung (55) des Filtergehäuses (14) und /oder dem Transportwagen (23) verbunden sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei Filtergehäuse (14) ohne Zwischenwand nebeneinander stehend zu einer Baueinheit zusammengefügt sind und auf senkrechte Zwischenwände bei Roh- und Reingaskanal (26, 27) verzichtet ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei Filterelemente (16, 17) und dementsprechend Filtergehäuse (10) nebeneinander und gleichzeitig zwei Filterelemente (16, 17) jeweils übereinander zu einer Baueinheit zusammengefügt sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Düsenkranz (36) von drei oder mehr Trägern (51) gehalten und von rund oder oval auch auf rechteckig verstellbar ausgebildet ist.

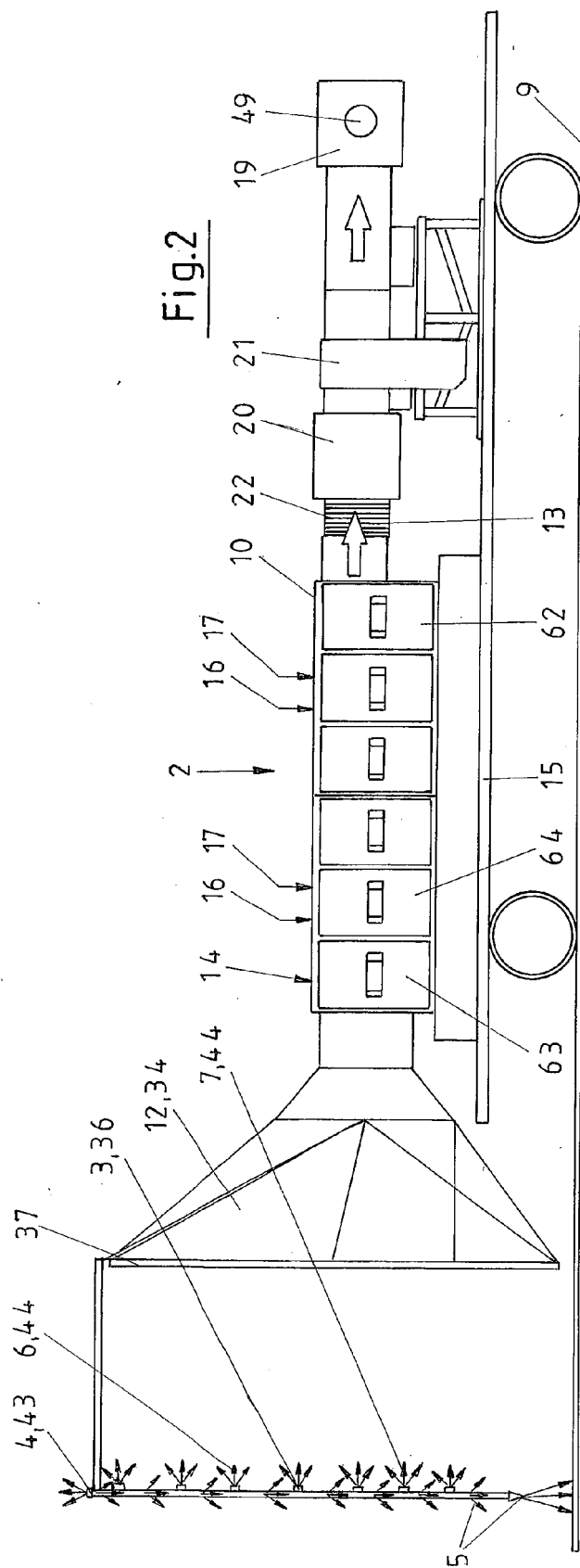
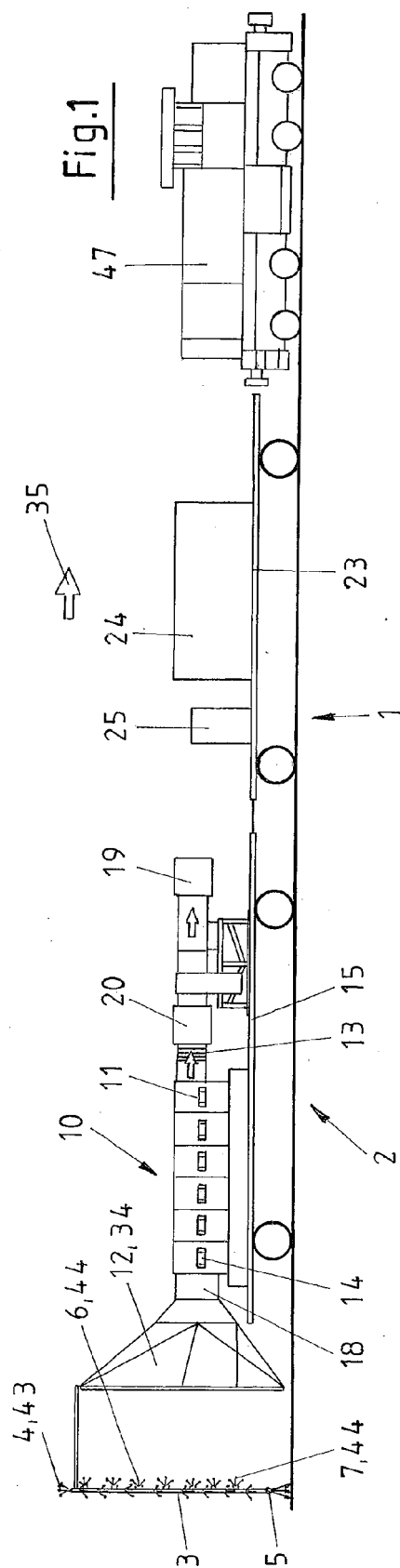


Fig.3

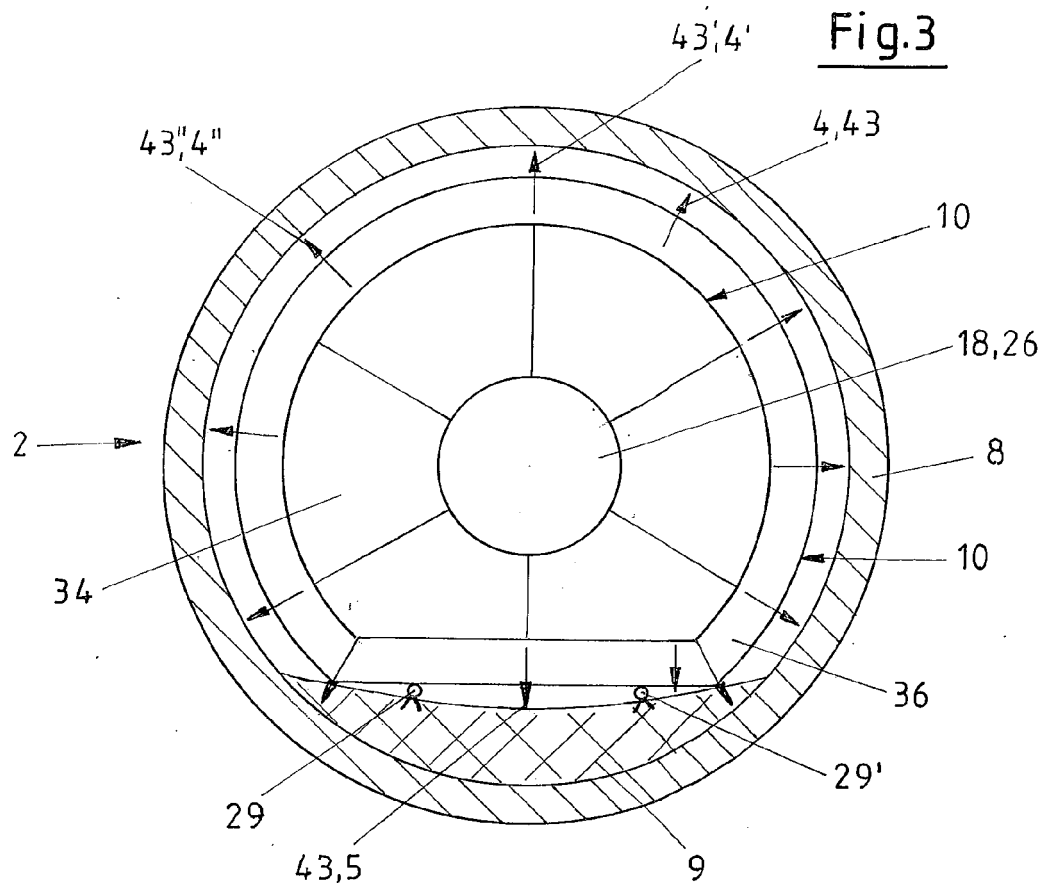


Fig.4

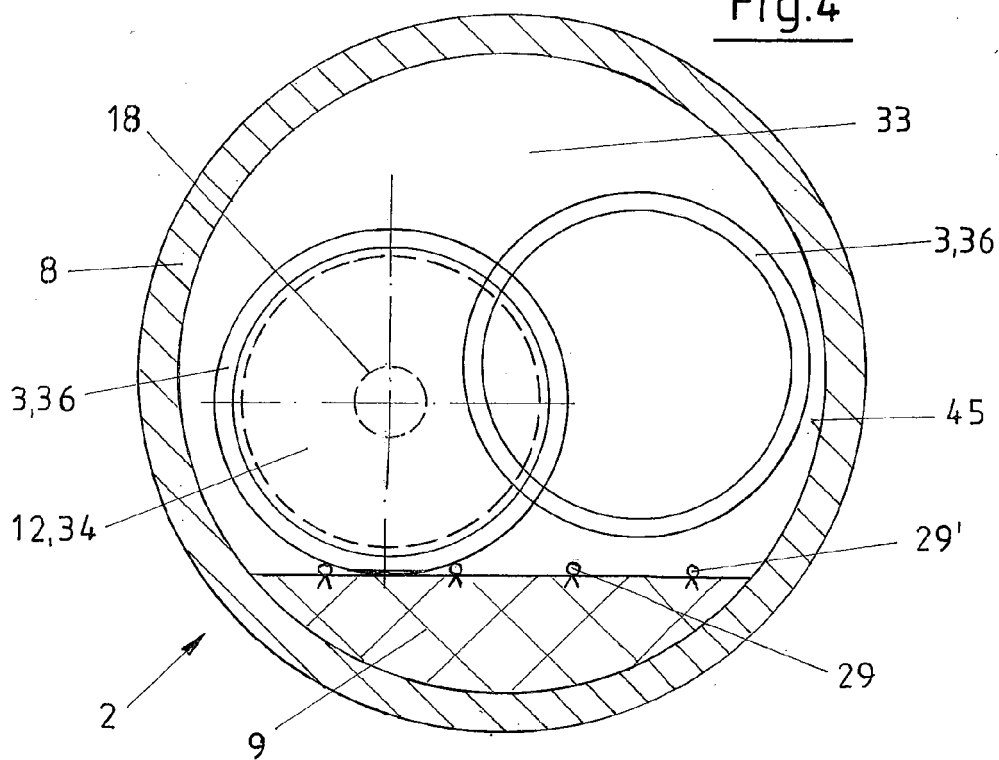


Fig.5

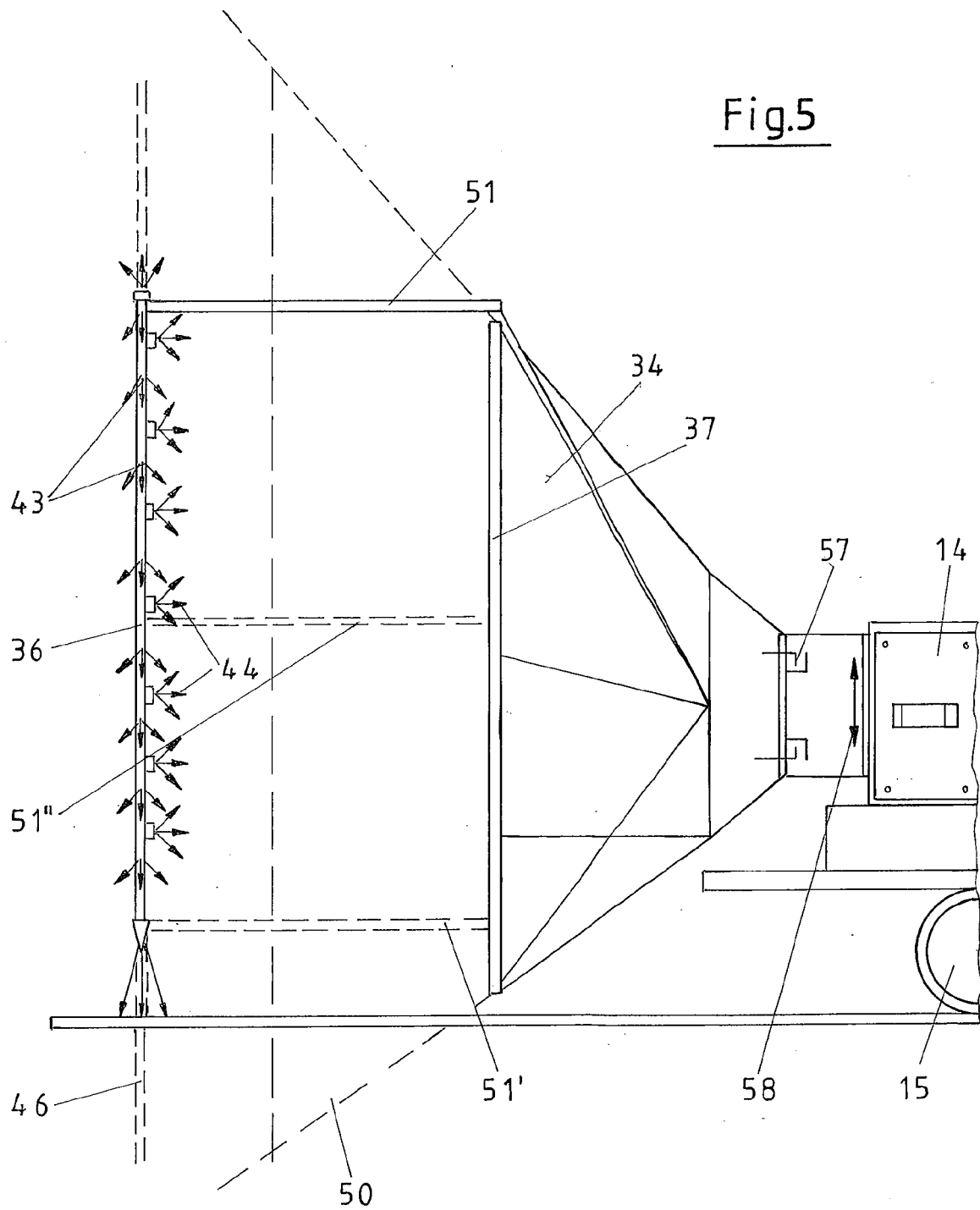


Fig.6

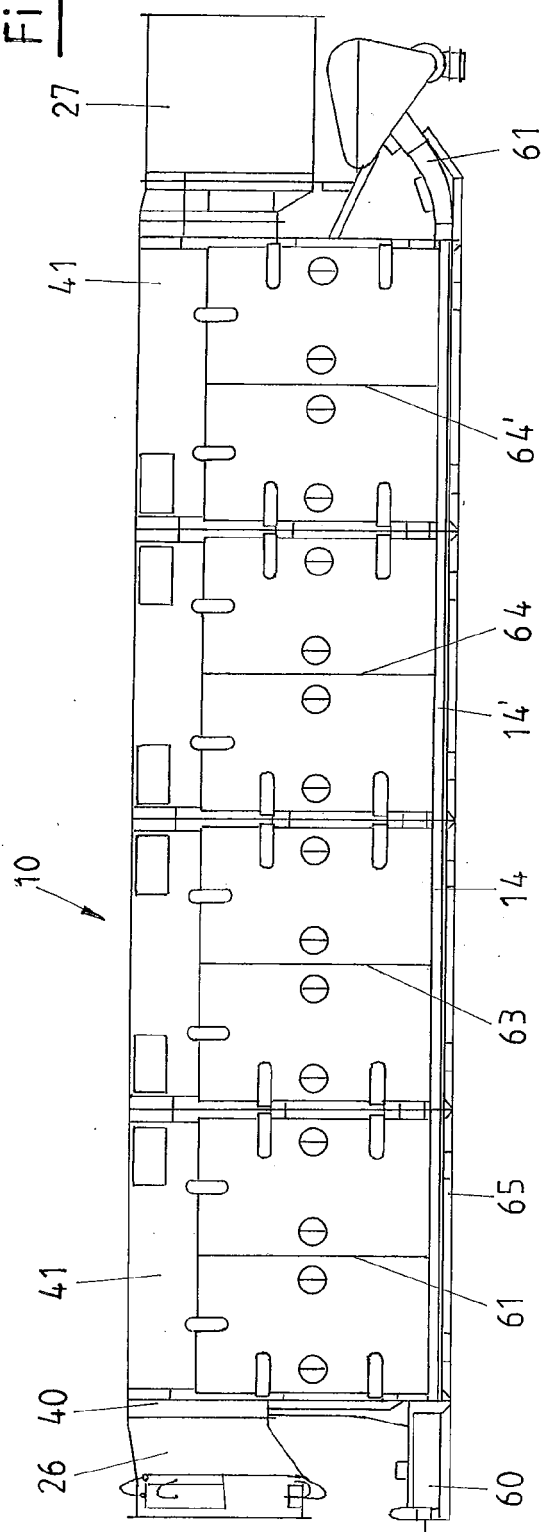
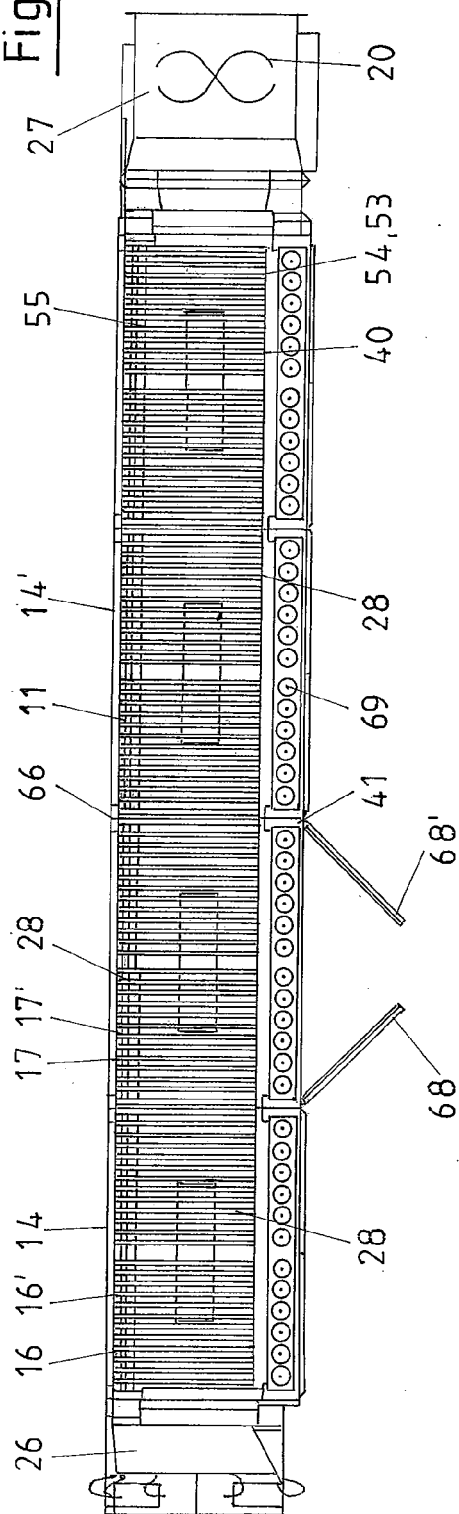


Fig.7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 21 1702

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 103 225 276 A (GEMAC ENGINEERING MACHINERY CO) 31. Juli 2013 (2013-07-31)	1,7-9	INV. E01H1/00 E21F5/20
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	2,3, 10-15	
X	----- CN 107 338 747 A (QINHUANGDAO CAPITAL STARLIGHT ENVIRONMENTAL TECH CO LTD) 10. November 2017 (2017-11-10) * Abbildungen 2,6-9 *	1,4-8	
Y	----- DE 87 13 895 U1 (HOELTER H) 23. Dezember 1987 (1987-12-23) * Abbildungen 1,2 *	2,3, 12-14	
Y,D	----- EP 0 879 919 B1 (SCHOERLING BROCK GMBH [DE]) 27. August 2003 (2003-08-27) * Anspruch 1; Abbildung 1 *	10	
Y	----- EP 2 653 614 A2 (RODINIA TECHNOLOGIES LTD [CY]) 23. Oktober 2013 (2013-10-23) * Absatz [0012]; Abbildungen 1,2,4 * * Absatz [0018] * * Absatz [0021] - Absatz [0024] * * Absatz [0027] - Absatz [0029] *	11,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X,P	----- CN 109 423 971 A (CHINA RAILWAY HUATIE ENG DESIGN GROUP CO LTD) 5. März 2019 (2019-03-05) * Abbildungen 1,2 *	1,4,7,8	E01H E21F E21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 4. Juni 2020	Prüfer Dantine, Patrick
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 21 1702

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-06-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 103225276 A	31-07-2013	KEINE	
CN 107338747 A	10-11-2017	KEINE	
DE 8713895 U1	23-12-1987	DE 3779119 D1 DE 8713895 U1 EP 0296278 A1 ES 2032415 T3 FR 2617236 A1 IT 1215575 B PL 267367 A1 SU 1713419 A3 YU 227587 A	17-06-1992 23-12-1987 28-12-1988 16-02-1993 30-12-1988 14-02-1990 05-01-1989 15-02-1992 31-08-1989
EP 0879919 B1	27-08-2003	AT 248258 T EP 0879919 A2 ES 2206790 T3	15-09-2003 25-11-1998 16-05-2004
EP 2653614 A2	23-10-2013	CA 2813213 A1 CN 103422457 A DE 102012103381 A1 EP 2653614 A2 JP 2013220424 A RU 2013117849 A US 2013276838 A1	18-10-2013 04-12-2013 24-10-2013 23-10-2013 28-10-2013 27-10-2014 24-10-2013
CN 109423971 A	05-03-2019	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 1658405 A1 **[0002]**
- DE 2658420 C2 **[0002]**
- GB 186970 A **[0002]**
- DE 102013104412 B4 **[0002]**
- EP 0879919 B1 **[0002]**
- EP 2305892 A2 **[0002] [0005]**