



(11) **EP 3 418 450 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.05.2020 Patentblatt 2020/19

(51) Int Cl.:
E01H 1/00 (2006.01) **B05B 1/00 (2006.01)**
E01H 1/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17177161.1**

(22) Anmeldetag: **21.06.2017**

(54) **TUNNELREINIGUNGSVORRICHTUNG**

TUNNEL CLEANING DEVICE

DISPOSITIF DE NETTOYAGE DE TUNNEL

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.12.2018 Patentblatt 2018/52

(73) Patentinhaber: **Brügger HTB GmbH**
3714 Frutigen (CH)

(72) Erfinder:
• **BRÜGGER, Beat**
3714 Frutigen (CH)

• **BRÜGGER, Matthias**
3714 Frutigen (CH)
• **BRÜGGER, Thomas**
3714 Frutigen (CH)

(74) Vertreter: **Keller & Partner Patentanwälte AG**
Eigerstrasse 2
Postfach
3000 Bern 14 (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 887 470 **EP-A2- 2 653 614**
DE-B- 1 100 063 **FR-A1- 2 999 196**
US-A- 2 932 845

EP 3 418 450 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Reinigungsvorrichtung zum Trockenreinigen eines Tunnels, umfassend eine Zuführeinrichtung zum Zuführen eines Luftstroms zu einer zu reinigenden Oberfläche, wobei die Zuführeinrichtung eine Austrittsöffnung umfasst, durch die der Luftstrom aus der Zuführeinrichtung austritt. Die Reinigungsvorrichtung umfasst weiter eine Abführeinrichtung umfassend mindestens ein Abführrohr mit einem freien Ende zum Absaugen von Schmutz oder Abfall von der Oberfläche mit dem freien Ende in einer ersten Richtung.

Stand der Technik

[0002] Für einen reibungslosen Verkehr müssen die Fahrbahnen von Strassen- und Schienenfahrzeugen regelmässig unterhalten werden. Dazu gehört auch das Reinigen der Fahrbahnen. Zum Unterhalt von Fahrbahnen bei Schienenfahrzeugen gehört beispielsweise das regelmässige Abschleifen der Schienen, um einer Materialermüdung durch Fahrflächenfehler vorzubeugen. Bei solchen Arbeiten entsteht viel Feinstaub und Schmutz, der sich im Schienenbett und im Bankett der Fahrbahn ablagert.

[0003] Insbesondere in Tunneln kann Schmutz und ganz besonders Feinstaub auf der Fahrbahn, an den Tunnelwänden und an der Tunneldecke die Elektronik der vorbeifahrenden Fahrzeuge beeinträchtigen oder gar zu Ausfällen der Elektronik führen. Daher ist es in Tunneln, wo der Staub nicht entweichen kann, besonders wichtig, dass die Fahrbahn und die übrigen Oberflächen in regelmässigen Abständen von Staub und Abfall befreit werden.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind hierzu unterschiedliche Reinigungsprinzipien bekannt. So kann beispielsweise eine Nassreinigung erfolgen. Dazu umfasst das Reinigungsfahrzeug einen Reinigungskopf, der über der Fahrbahn positionierbar ist. Ein solcher Reinigungskopf beinhaltet Wasserdüsen, die einen auf die zu reinigende Oberfläche gerichteten Wasserstrahl erzeugen. Mit einem Saugschuh werden Schmutz und Wasser aufgesaugt und in einen Schmutzbehälter auf dem Reinigungsfahrzeug geleitet.

[0005] Eine andere Reinigungsart ist die Trockenreinigung. Bei dieser erfolgt die Reinigung nicht mit einer Flüssigkeit sondern nur mit Luft. Dies hat den Vorteil, dass auf die Einrichtungen im Tunnel mechanisch schonender eingewirkt wird und Korrosionsschäden aufgrund eingebrachter Feuchtigkeit vermieden werden.

[0006] Reinigungsvorrichtungen für eine solche Trockenreinigung von Eisenbahntunnels vertreibt beispielsweise die Firma Hilton Kommunal GmbH, Gehrden (Deutschland). Eine solche auf einem Schienenfahrzeug montierte Reinigungseinrichtung umfasst mehrere vom Schienenfahrzeug abgehende zu den Tunnelwänden

weisende Arme. An den jeweiligen äusseren Enden der Arme ist ein Saugschuh angeordnet, um den Schmutz von den Tunnelwänden und der Tunneldecke abzusaugen. Die Arme sind in ihrer Länge verstellbar, so dass während der Fahrt Hindernissen an den Wänden und der Decke ausgewichen werden kann, indem die Arme gegen das Fahrzeug hin eingefahren werden.

[0007] Das Schienenfahrzeug umfasst zudem eine weitere Reinigungseinheit zur Reinigung des Schotter neben den Schienen. Hierzu kann ein Absaugrohr mit einem rechteckförmigen Saugschuh neben den Schienen zum Schotter hin abgesenkt werden. Zudem wird die zu reinigende Oberfläche mit Druckluft abgeblasen.

[0008] Eine andere Reinigungseinrichtung beschreibt die EP0 887 470 A1 (Schörling-Brock GmbH). Diese offenbart ein Schienenfahrzeug mit einer Vorrichtung zur Reinigung von Rillen in Schienen. Die Vorrichtung umfasst einen Saugschuh, der in geringem Abstand über der Schiene bewegt wird. In Fahrtrichtung befindet sich dicht am hinteren Ende des Saugschuhs eine rotierende Bürste, um den in der Rille befindlichen harten Schmutz zu lösen. Die Drehrichtung der Bürste ist entgegengesetzt zur Fahrtrichtung, so dass der durch die Bürste gelöste Schmutz in Richtung Saugschuh geschleudert wird. Ferner befindet sich in Fahrtrichtung gesehen vor dem Saugschuh eine Düse, die einen auf den Boden der Rille gerichteten Reinigungsstrom in Form eines Druckluft-Wasser-Gemisches erzeugen kann. Die Bürste und die Düse sind in senkrechter Richtung zur Rille verstellbar. Dadurch können die Bürste und die Düse bei der Reinigung von Weichen angehoben werden.

[0009] Eine weitere Reinigungseinrichtung offenbart die EP 2 635 614 A2, die die Merkmale des Oberbegriffs des Anspruchs 1 aufweist (Rodinia Technologies). Sie beschreibt eine an einem Schienenfahrzeug angeordnete Vorrichtung zum Reinigen von Wand- und Bodenflächen, insbesondere in Tunneln. Mehrere solcher Vorrichtungen sind am Schienenfahrzeug derart angeordnet, dass das gesamte Tunnelprofil inklusive Gleisoberbau erfasst werden kann. Die Vorrichtungen umfassen mehrere an einer gemeinsamen Aufnahme angeordnete Luftdüsen für Druckluft sowie eine als Saugmund ausgeführte Absaugöffnung einer Absaughaube; die Luftdüsen sind schräg auf die zu reinigende Fläche gerichtet. Der Winkel der Luftdüsen zur Fläche ist einstellbar. Dasselbe gilt für den Abstand. Es können Sensoren und eine Steuerung vorgesehen sein, um insbesondere die Absaugöffnung (und damit die Düsen) automatisch vertikal zu verstellen, um eine Kollision mit Hindernissen zu vermeiden. Auch die Absaugleistung ist einstellbar, namentlich um die Bereitstellung einer unnötig hohen Absaugleistung zu vermeiden.

[0010] Solche bekannte Reinigungseinrichtungen haben einen Saugschuh mit einer relativ grossen Querschnittsfläche, welche die halbe oder gar die ganze Breite der Bahnspur mit den zwei Gleisen abdeckt. Dadurch kann zwar über eine relativ grosse Fläche Schmutz in einem Durchgang eingesaugt werden. Allerdings sind

solche bekannten Saugschuhe nicht sehr effizient. Soll eine gründliche Reinigung erzielt werden, das heisst, möglichst viel und insbesondere auch tief im Schotter oder im Untergrund liegender Staub aufgesaugt werden, ist eine sehr hohe Saugleistung von mehreren tausend Kilowatt erforderlich. Ein Sauggebläse, welches eine solche Leistung erbringt, erzeugt viel Wärme. Eine grosse Wärmeentwicklung in Tunnels ist jedoch problematisch: Sie führt zu einer Brandgefahr, kann Schäden an der Infrastruktur im Tunnel verursachen und verschlechtert die Arbeitsbedingungen für Arbeiter und Bedienpersonal im Tunnel.

[0011] Ein aktives Anheben der Absaugöffnung gestützt auf Sensorsignale ist aufwendig und führt dazu, dass im Hindernisbereich aufgrund des vergrösserten Abstands zur zu reinigenden Fläche die Reinigung nur teilweise erfolgt oder ganz unterbleibt.

Darstellung der Erfindung

[0012] Aufgabe der Erfindung ist es, eine dem eingangs genannten technischen Gebiet zugehörnde Reinigungsvorrichtung zu schaffen, die ein effizientes und gleichzeitig gründliches Reinigen eines Tunnels ermöglicht.

[0013] Die Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Gemäss der Erfindung ist die Zuführeinrichtung derart angeordnet, dass der Luftstrom aus der Austrittsöffnung in einer zweiten Richtung zur Öffnung des freien Endes des Abführrohrs hin aus der Zuführeinrichtung austritt und auf die Oberfläche auftrifft, wobei die erste Richtung in einem Winkel zwischen 45° und 80°, insbesondere in einem Winkel zwischen 60° und 70°, zur zweiten Richtung ausgerichtet ist.

[0014] Da der Schmutz oder der Abfall durch den zugeführten Luftstrom nicht nur von der Oberfläche gelöst wird, wie bei bekannten Reinigungseinrichtungen, sondern der Luftstrom zu der Absaugrichtung hin geneigt ist, kann besonders viel Schmutz und Abfall abgelöst und anschliessend aufgesaugt werden. Das ermöglicht eine effiziente Reinigung des Tunnels. Bei der Entwicklung der Reinigungsvorrichtung hat sich gezeigt, dass dabei ein Winkel zwischen 45° und 80° besonders vorteilhaft ist. Das heisst, der von der Oberfläche gelöste Schmutz oder der Schmutz, der frei auf der Oberfläche aufliegt, wird im Wesentlichen zur Öffnung des freien Endes des Abführrohrs hin geblasen. Dadurch wird vermieden, dass der durch den Luftstrom aufgewirbelte oder gelöste Schmutz in einen Bereich neben das Abführrohr befördert wird, der vom Abführrohr nicht mehr erfasst wird und dadurch durch das freie Ende des Abführrohrs nicht aufgesaugt werden kann. Somit wird mit der erfindungsgemässen Anordnung der Zuführeinrichtung relativ zum freien Ende des Abführrohrs eine besonders gründliche Reinigung der Oberfläche ermöglicht.

[0015] Bei der Reinigung von Schienenwegen mit Schotterbett hat sich zusätzlich gezeigt, dass die Einwirkung eines Luftstrahls in der genannten Richtung auch

bei grosser Saugleistung verhindert, dass Schotter aufgesaugt wird. Nennenswerte Umlagerungen von Schotter aufgrund der Luftereinwirkung wurden bei der erfindungsgemässen Einrichtung nicht festgestellt.

[0016] Unter Trockenreinigung wird in der vorliegenden Beschreibung eine Reinigung mit Luft oder einem anderen Gas, jedoch im Wesentlichen ohne Einsatz einer Flüssigkeit verstanden. Das bedeutet, zum Lösen des Schmutzes von der Oberfläche wird im Gegensatz zur Nassreinigung keine Flüssigkeit, sondern ein Gas verwendet. Dabei bezieht sich diese Aussage auf das Lösen und Einsammeln von Schmutz und Abfall. Auch wenn dem eingesammelten Schmutz und Abfall in einem späteren Schritt eine Flüssigkeit zugeführt wird, handelt es sich um eine Trockenreinigung, solange im Wesentlichen keine Flüssigkeit auf die zu reinigende Oberfläche aufgetragen wird.

[0017] Der Begriff "Oberfläche" umfasst nicht nur die alleroberste Schicht, sondern auch Bereiche die unmittelbar unter der obersten Schicht liegen. So ist beispielsweise bei einem losen Untergrund, wie beispielsweise einem Schotter- oder Kiesbett, auch eine von einer obersten Schicht beabstandete tieferliegende Schicht im Schotter- oder Kiesbett vom Begriff Oberfläche umfasst.

[0018] Die Begriffe "Schmutz" und "Abfall" umfassen alle Substanzen, die nicht zur Fahrbahninfrastruktur gehören und die nicht dazu vorgesehen sind, im Bereich der Fahrbahn zu verbleiben. Darunter fallen beispielsweise Staub, Russ, Schmierstoffe, defekte Teile, Kleidungsstücke, Lebensmittel, Verpackungsmaterialien wie beispielsweise Getränkeflaschen und Kunststofftüten, Pflanzen, Schädlinge und Insekten.

[0019] Das Abführrohr kann grundsätzlich einen beliebigen Querschnitt aufweisen. So kann das Abführrohr beispielsweise einen kreisrunden, einen ovalen, einen rechteckförmigen oder einen Querschnitt mit mehreren Ecken aufweisen. Die Zuführeinrichtung umfasst vorzugsweise ein Zuführrohr. Dieses kann ebenfalls einen beliebigen Querschnitt aufweisen, wie beispielsweise einen kreisrunden, einen ovalen, einen rechteckförmigen oder einen mehreckigen Querschnitt.

[0020] Gemäss der Erfindung wird mit dem freien Ende des Abführrohrs Schmutz oder Abfall von der Oberfläche in einer ersten Richtung abgesaugt. Die erste Richtung entspricht dabei im Wesentlichen einer Längsachse des Abführrohrs im Bereich des freien Endes des Abführrohrs.

[0021] Zudem tritt gemäss der Erfindung der Luftstrom aus der Austrittsöffnung in einer zweiten Richtung zur Öffnung des freien Endes des Abführrohrs hin aus der Zuführeinrichtung aus auf die Oberfläche. Die zweite Richtung ist somit durch die Punkte definiert, die in der räumlichen Mitte des Luftstrahls liegen, der sich zwischen der Austrittsöffnung und der Oberfläche befindet. Der Ausdruck "zur Öffnung des freien Endes des Abführrohrs hin" bedeutet, dass eine erste Distanz zwischen dem Zentrum der Austrittsöffnung und dem Zentrum der Querschnittsfläche der Öffnung im freien Ende des Ab-

führrohrs grösser ist als eine zweite Distanz zwischen dem mittigen Auftreffpunkt des Luftstrahls auf der Oberfläche und dem Zentrum der Querschnittsfläche der Öffnung im freien Ende des Abführrohrs. Somit verläuft der Luftstrahl in Richtung zur Öffnung des freien Endes des Abführrohrs hin. Der beanspruchte Winkel zwischen der ersten Richtung und der zweiten Richtung entspricht dem kleinsten Winkel zwischen diesen beiden Richtungen.

[0022] Bevorzugt ist die Zuführeinrichtung zum benachbarten Anordnen an das Abführrohr ausgebildet. Dadurch kann der Luftstrahl besonders nahe an das Abführrohr geführt werden. Der durch den Luftstrahl gelöste und aufgewirbelte Schmutz und Staub kann daher besonders gut vom Abführrohr aufgesaugt werden.

[0023] Vorzugsweise ist die Distanz zwischen dem Zentrum der Querschnittsfläche der Austrittsöffnung der Zuführeinrichtung und dem Zentrum der Querschnittsfläche der Öffnung des freien Endes des Abführrohrs kleiner als 0.5 m, vorzugsweise kleiner als 0.3 m. Dadurch sind die Zuführeinrichtung und die Abführeinrichtung nahe beieinander angeordnet. Das ermöglicht eine besonders nahe Führung des Luftstroms zur Öffnung des freien Endes des Abführrohrs, wodurch ein besonders effizientes Absaugen und dadurch eine besonders gründliche Reinigung der Oberfläche ermöglicht werden.

[0024] Vorzugsweise ist das Abführrohr derart angeordnet, dass es möglichst nahe an die Oberfläche geführt werden kann. Zudem ist die Zuführeinrichtung vorzugsweise so angeordnet, dass sie möglichst nahe an die Oberfläche geführt werden kann.

[0025] Bevorzugt ist die Reinigungseinrichtung dazu ausgebildet, eine Fahrbahn und einen Bereich neben der Fahrbahn sowie die Tunnelwände und eventuell auch die Tunneldecke zu reinigen. In einer bevorzugten Ausführung umfasst die Reinigungseinrichtung mehrere Reinigungseinheiten, vorzugsweise mindestens eine für die Fahrbahn, mindestens eine für den Boden neben der Fahrbahn und mindestens eine für die Tunnelwände. Dabei umfassen diese Reinigungseinheiten oder zumindest eine oder mehrere davon eine Zuführeinrichtung und eine Abführeinrichtung gemäss Anspruch 1.

[0026] Die Abführeinrichtung umfasst mehrere Abführrohre zum Absaugen, vorzugsweise mindestens 10 Abführrohre pro Meter, besonders bevorzugt mindestens 20 Abführrohre pro Meter. Dadurch kann die Saugfläche zum Einsaugen von Schmutz und Abfall vergrössert werden, während pro Rohr eine hohe Absaugleistung gewährleistet ist. Das ermöglicht eine effiziente Reinigung der Oberfläche.

[0027] Die Abführrohre sind in einer Reihe nebeneinander angeordnet. Vorzugsweise sind die Abführrohre nebeneinander angeordnet, so dass die Abführrohre aneinander anliegend sind und sich gegenseitig berühren. Mit dieser Anordnung kann eine besonders effiziente Reinigung der Oberfläche erzielt werden. Falls die Reinigungseinrichtung auf einem Fahrzeug montiert ist, sind die Abführrohre vorzugsweise in einer Richtung quer zur Fahrtrichtung des Fahrzeuges in einer Reihe nebenein-

ander angeordnet. Alternativ weisen die Abführrohre zueinander einen gegenseitigen Abstand auf, der bevorzugt 10 cm, besonders bevorzugt 5 cm, nicht übersteigt.

[0028] Die Abführrohre umfassen an einem zur reinigenden Oberfläche hin gerichteten Ende des Abführrohrs ein Endelement, wobei das Endelement relativ zur Zuführeinrichtung bewegbar ist. Vorzugsweise befindet sich die Öffnung zum Absaugen von Schmutz oder Abfall am freien Ende des Endelements. Dabei kann das Endelement beispielsweise schwenkbar, linear verschiebbar und/oder drehbar relativ zur Zuführeinrichtung gelagert sein.

[0029] Durch das verstellbare Endelement kann die Öffnung so relativ zur zu reinigenden Oberfläche positioniert werden, dass möglichst viel Schmutz und Abfall aufgesaugt werden kann. Zudem kann das Endelement auch in optimaler Weise zu der Zuführeinrichtung positioniert werden, so dass der gelöste und durch den Luftstrom aufgewirbelte Schmutz möglichst effizient durch die Öffnung im Endelement aufgesaugt werden kann. Vorzugsweise ist das Endelement aus einem steifen Material wie Blech oder dergleichen gefertigt. Dadurch behält die Öffnung am freien Ende ihre Form, so dass ein zuverlässiges Absaugen des Schmutzes von der Oberfläche ermöglicht wird.

[0030] Das Endelement eines ersten Abführrohres der mehreren Abführrohre ist relativ zu einem Endelement eines zweiten Abführrohres der mehreren Abführrohre bewegbar. Das bedeutet, dass alle Abführrohre individuell beweglich bzw. einstellbar sind. Dadurch kann die Reinigungsvorrichtung genau auf die zu reinigende Oberfläche abgestimmt werden. So können beispielsweise mehrere einzelne Abführrohre angehoben werden oder in einem Winkel zur Oberfläche positioniert werden, um eine bessere Reinigung erzielen zu können. Zudem können durch diese Einstellbarkeit auch Aussparungen und Vertiefungen in der zu reinigenden Fläche abgesaugt werden, indem eines oder mehrere einzelne Abführrohre in der Vertiefung positioniert werden. Dadurch kann auch bei unebener Oberfläche eine effiziente und gründliche Reinigung erzielt werden.

[0031] Vorzugsweise ist jedes Endelement unabhängig von den übrigen Endelementen bewegbar. Das ermöglicht eine grösstmögliche Flexibilität bei der Einstellung der Abführrohre.

[0032] Bevorzugt sind die Endelemente einer Reinigungsvorrichtung für eine im Wesentlichen horizontale Oberfläche, z. B. ein Schienenbett oder ein Bankett, in vertikaler Richtung verstellbar. Dadurch können die freien Enden der Endelemente auf einfache Weise relativ zur zu reinigenden Oberfläche positioniert werden.

[0033] Vorzugsweise beträgt die maximale Verstellbarkeit eines ersten Endelements relativ zu einem zweiten Endelement mindestens 20 cm, vorzugsweise zwischen 25 cm und 30 cm, in vertikaler Richtung. Mit einer solchen Verstellbarkeit kann die Reinigungseinrichtung bestmöglich auf Hindernisse oder Vertiefungen in der Oberfläche angepasst werden. Vorzugsweise weist das

Abführrohr einen Innendurchmesser von 5 bis 30 cm, vorzugsweise einen Innendurchmesser von 8 bis 20 cm auf. Ein solcher Durchmesser erlaubt eine genügend grosse Saugfläche und dennoch einen flexiblen Einsatz des Abführrohrs. So ist das Abführrohr genügend klein, um beispielsweise zwischen Geleisen in einer Weiche oder in eine Vertiefung abgesenkt werden zu können. Somit können auch Ecken oder enge Bereiche noch gründlich gereinigt werden. Dennoch wird mit dieser Grösse des Innendurchmessers ein effizientes Absaugen ermöglicht, da so der Querschnitt des Abführrohrs auch genügend gross ist, um nicht nur Staub sondern auch grössere Gegenstände wie beispielsweise Verpackungen oder Kunststoffgetränkeflaschen aufzusaugen.

[0034] Bevorzugt umfasst das Abführrohr in Saugrichtung nach dem Endelement einen flexiblen Bereich und einen an den flexiblen Bereich anschliessenden steifen Bereich, so dass das Endelement relativ zum steifen Bereich des Abführrohrs verschwenkbar ist. Dadurch kann die Öffnung am freien Ende des Endelements einfach zur Oberfläche positioniert werden. Zudem ermöglicht der flexible Bereich, dass das Endelement beispielsweise durch ein Hindernis kurzzeitig aus seiner Position weggedrückt werden kann, wenn während der Reinigung die Abführrohre entlang der Oberfläche bewegt werden. Dadurch kann vermieden werden, dass die Endelemente der Abführrohre beschädigt werden, und auch ohne aktive Steuerung kann ein gutes Reinigungsergebnis erreicht werden, indem ein geringer Abstand zwischen den Abführrohren und der zu reinigenden Oberfläche eingestellt wird und die Abführrohre bei Bedarf durch den mechanischen Kontakt zwischen den Endelementen und der zu reinigenden Oberfläche weg bewegt werden. In diesem Fall ist es von Vorteil, wenn die Endelemente aus einem robusten Material gefertigt sind, so dass sie durch den mechanischen Kontakt nicht beschädigt werden.

[0035] Alternativ dazu - insbesondere wenn die Abführrohre aktiv bewegbar sind - besteht auch die Möglichkeit, dass diese komplett aus einem steifen Material gefertigt sind.

[0036] Vorzugsweise umfasst die Zuführeinrichtung mehrere Zuführrohre zum Zuführen des Luftstroms. Dadurch kann der Luftstrom auf einfache Weise zu der zu reinigenden Oberfläche zugeführt werden.

[0037] Bevorzugt ist auf einer ersten Seite neben dem Abführrohr ein erstes Zuführrohr und auf einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite des Abführrohrs ist ein zweites Zuführrohr angeordnet. Dadurch kann der Schmutz oder Staub von zwei Seiten zum Abführrohr hin geblasen werden. Falls die Reinigungseinrichtung relativ zur Oberfläche bewegt wird und die Zuführrohre in Bewegungsrichtung vor und hinter dem Abführrohr angeordnet sind, kann der Schmutz zuerst von einem ersten Luftstrom aus einem ersten Zuführrohr von der Oberfläche gelöst werden und anschliessend der noch verbleibende Schmutz vom zweiten Luftstrom aus dem zweiten Zuführrohr erfasst werden und zum Abführrohr hin geblasen werden. Das ermöglicht eine besonders gründli-

che Reinigung.

[0038] Bei einer Anordnung auf einem Fahrzeug liegt die erste Seite neben der Abführeinrichtung, auf der das erste Zuführrohr angeordnet ist, in Fahrtrichtung des Fahrzeugs hinter dem Abführrohr, während die der ersten Seite gegenüberliegende zweite Seite der Abführeinrichtung, auf der das zweite Zuführrohr angeordnet ist, in Fahrtrichtung vor dem Abführrohr liegt.

[0039] Vorzugsweise ist auf einer dritten Seite neben dem Abführrohr ein drittes Zuführrohr und auf einer der dritten Seite gegenüberliegenden vierten Seite ein viertes Zuführrohr angeordnet. Dadurch kann der Schmutz von vier Seiten zum Abführrohr hin geblasen werden. Somit wird der Bereich der Oberfläche vergrössert, der durch die Reinigungseinrichtung erfasst wird.

[0040] Bei einer Anordnung auf einem Fahrzeug liegen die dritte und die vierte Seite in Bezug auf das Abführrohr je quer zur Fahrtrichtung des Schienenfahrzeuges.

[0041] In einer alternativen Ausführung kann die Zuführeinrichtung auch nur ein Zuführrohr aufweisen. Die Zuführeinrichtung kann auch überhaupt kein Zuführrohr umfassen. In diesem Fall wird der Luftstrom direkt von einer Luftdruckquelle durch eine Austrittsöffnung auf die Oberfläche geführt.

[0042] Bevorzugt ist in einem Endbereich des Abführrohrs eine Bürste angeordnet, zum Abbürsten der zu reinigenden Oberfläche. Der Endbereich des Abführrohrs ist dabei der der zu reinigenden Oberfläche zugewandte Bereich des Abführrohrs. Indem die Oberfläche vor dem Absaugen abgebürstet wird, kann auch besonders hartnäckiger Schmutz von der Oberfläche gelöst werden. Der gelöste Schmutz kann anschliessend durch den zugeführten Luftstrom zum Abführrohr hin geblasen werden. Durch den Einsatz einer Bürste kann somit eine besonders effiziente Reinigung auch bei einer stark verschmutzten Oberfläche stattfinden.

[0043] Bei einer ersten Variante handelt es sich bei der Bürste um eine Rollbürste. Die Rollbürste umfasst vorzugsweise einen steifen Kern und um den Kern herum angeordnete elastische Borsten. Der Einsatz einer Rollbürste ermöglicht ein einfaches Abbürsten der Oberfläche, insbesondere wenn die Reinigungsvorrichtung auf einem Fahrzeug montiert ist und die Abführrohre entlang der Oberfläche bewegt werden.

[0044] Bei einer zweiten Variante umfasst die Bürste eine Vielzahl von Borsten, welche ortsfest am Abführrohr angeordnet sind und beispielsweise die Öffnung des Abführrohrs mindestens 3-seitig (also über einen Winkel von 270°) umschliessen. Auf diese Weise kann zum einen in Fahrtrichtung vorne der Staub von der Oberfläche mechanisch abgelöst werden, zum anderen ergibt sich eine flexible Begrenzung des Luftkanals zum Abführrohr.

[0045] Vorzugsweise bildet die erfindungsgemässe Reinigungsvorrichtung Teil eines Reinigungsmoduls, welches darüber hinaus eine Druckluftquelle zum Erzeugen eines Luftdrucks in der Zuführeinrichtung, eine Saugereinrichtung zum Erzeugen eines Unterdrucks in der Abführeinrichtung und einen Behälter zum Aufnehmen des

abgesaugten Schmutzes und Abfalls umfasst.

[0046] Mit Vorteil erzeugt die Druckluftquelle dabei einen Luftdruck in der Zuführeinrichtung von mindestens 400'000 Pa (4 bar), bevorzugt von mindestens 550'000 Pa (5.5 bar).

[0047] Bevorzugt liegt der durch die Druckluftquelle erzeugte Volumenstrom für die Zuführeinrichtung zwischen 2'000 m³/h und 8'000 m³/h. Der effektive gesamte Volumenstrom an den Austrittsöffnungen der Zuführeinrichtung wird wegen der Einwirkung der Zuführleitungen jeweils etwas tiefer ausfallen.

[0048] Bevorzugt liegt die durch die Saugereinrichtung für der Abführeinrichtung erzeugte Saugleistung zwischen 20'000 m³/h und 60'000 m³/h. Die effektive gesamte Saugleistung an den Abführrohren der Abführeinrichtung wird aufgrund von Filtern und anderen Elementen etwas geringer ausfallen.

[0049] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Reinigungsmodul eine Kammer, gebildet durch vier Seitenwände und einen Deckel, wobei je mindestens ein unterer Endbereich der Abführeinrichtung und ein unterer Endbereich der Zuführeinrichtung von der Kammer umschlossen sind, wobei in der Kammer ein Druck erzeugbar ist, der geringer ist als der Atmosphärendruck. Die Kammer muss dabei nicht hermetisch abgeschlossen sein, sondern lediglich ermöglichen, mit Hilfe einer geeigneten Absaugereinrichtung einen Unterdruck zu erzeugen. Werte des Unterdrucks von 40'000 Pa oder mehr lassen sich in einer solchen Kammer mit Vorteil erreichen.

[0050] Die Kammer kann beispielsweise durch eine seitlich umlaufende Wand mit flexiblen Schürzen und einen Deckel gebildet sein. Entsprechend bedeutet "von der Kammer umschlossen", dass sich ein Element in demjenigen Raum befindet, welcher von den vier Seitenwänden, dem Deckel und der zu reinigenden Oberfläche begrenzt wird. Mit Hilfe der Kammer kann sichergestellt werden, dass im Wirkungsbereich desselben abgelöster und gegebenenfalls aufgewirbelter Schmutz nicht in weitere Bereiche transportiert wird.

[0051] Es hat sich gezeigt, dass im Rahmen der erfindungsgemässen Vorrichtung und durch Einsatz der Kammer Leistungen in der Grössenordnung von 700 - 1'000 kW ausreichend sind, um ein gutes Reinigungsergebnis zu erhalten. Die Wärmeentwicklung hält sich somit in Grenzen.

[0052] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das Reinigungsmodul eine Detektionseinrichtung zum Erfassen von Hindernissen, eine Auswerteinheit und einen Antrieb zum Verstellen der Abführeinrichtung in vertikaler Richtung relativ zur Zuführeinrichtung. Dabei ist die Detektionseinrichtung dazu ausgebildet, Signale an die Auswerteinheit zu senden und die Auswerteinheit dazu ausgebildet, den Antrieb in Abhängigkeit der Signale zu steuern. Bevorzugt ermöglicht der Antrieb die Verstellung einzelner Abführrohre (bzw. kleiner Gruppen solcher Abführrohre) der Abführeinrichtung, so dass ein Anheben nur unmittelbar im Bereich eines

Hindernisses erfolgen kann, während das Absaugen in anderen Bereichen unverändert weitergeht. Neben der Abführeinrichtung kann auch die Zuführeinrichtung in Abhängigkeit der Signale der Detektionsvorrichtung gesteuert werden.

[0053] Die Detektionsvorrichtung kann auf unterschiedlichen Prinzipien basieren und mehrere Detektionsprinzipien miteinander kombinieren. Diese umfassen die optische Detektion mittels Kameras, Ultraschallsensoren, Radarsensoren, induktive Sensoren usw. Es sind auch mechanische Sensoren denkbar, die Fühler umfassen, sowie Kraftsensoren, die Einwirkungen auf die Fühler feststellen.

[0054] Das erfindungsgemässe Reinigungsmodul wird insbesondere auf einem Schienenfahrzeug eingesetzt. Gerade für die Reinigung von Bahntunneln, namentlich die Schienen, das Schienenbett, das Bankett und die Tunnelwand, im Trockenreinigungsverfahren sind das Reinigungsmodul bzw. die Reinigungsvorrichtung besonders gut geeignet.

[0055] Mit Vorteil weist das Schienenfahrzeug mindestens vier Räder mit je einer Lauffläche auf, wobei das freie Ende des Abführrohrs mindestens 15 cm, vorzugsweise mindestens 30 cm, in lotrechter Richtung über den untersten Punkt auf der Lauffläche eines Rades hinaus absenkbar ist, so dass das freie Ende knapp über der zu reinigenden Oberfläche positioniert ist. Dies ermöglicht eine gründliche Reinigung des Schienenbetts zwischen den Schienen und ausserhalb der Schienen.

[0056] Entsprechend ist die Zuführeinrichtung vorzugsweise derart angeordnet und ausgebildet, dass das freie Ende der Zuführeinrichtung bis 10 cm, vorzugsweise bis 5 cm zu einem Untergrund, auf dem die Schiene des Schienenfahrzeuges aufliegt, absenkbar ist.

[0057] Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Zuführeinrichtung und die Abführrohre relativ zum Fahrzeug in Querrichtung zur Fahrtrichtung des Fahrzeuges verschiebbar. Dies ermöglicht eine Anpassung an die Geometrie der zu reinigenden Anlage. Eine Anpassung in Querrichtung kann insbesondere dann notwendig sein, wenn unterschiedliche Spuren mehrspuriger Tunnel gereinigt werden.

[0058] In diesem Zusammenhang kann es vorteilhaft sein, wenn eine Breite der zu reinigenden Fläche einstellbar ist. Dazu sind beispielsweise die Abführrohre und/oder die Zuführrohre in zwei oder mehr Gruppen eingeteilt, die sich individuell in Querrichtung verfahren lassen. Bei gerade nicht überlappender Anordnung ist der Arbeitsbereich maximal, während er bei einer in Querrichtung überlappenden Anordnung reduziert wird.

[0059] Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Trockenreinigen eines Tunnels mit einer erfindungsgemässen Reinigungseinrichtung, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Positionieren der Reinigungseinrichtung zur zu reinigenden Oberfläche,

- Bewegen der Reinigungseinrichtung relativ zur Oberfläche entlang einer Längsachse des Tunnels,
- während der Bewegung Zuführen eines Luftstroms zur Oberfläche, so dass Schmutz oder Abfall von der Oberfläche gelöst wird,
- während der Bewegung Abführen des gelösten Schmutzes oder Abfalls von der Oberfläche mit einer Abführeinrichtung.

[0060] Mit Vorteil wird mindestens ein Abführrohr von mehreren Abführrohren der Abführeinrichtung während dem Reinigen des Tunnels in einer von der Längsachse des Tunnels unterschiedlichen Richtung relativ zur Oberfläche und relativ zu einem weiteren der Abführrohre bewegt. Die Bewegung kann durch eine direkte mechanische Wechselwirkung zwischen dem Abführrohr (insbesondere einem Endelement des Abführrohrs) und Elementen der zu reinigenden Einrichtung erfolgen und/oder aktiv gesteuert anhand von Sensordaten.

[0061] Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0062] Die zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels verwendeten Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1A eine Ansicht eines Querschnitts durch einen Eisenbahntunnel, in dem sich ein erfindungsgemässes Schienenfahrzeug mit einem erfindungsgemässen Reinigungsmodul befindet,
- Fig. 1B eine Seitenansicht des Schienenfahrzeugs mit der Reinigungseinheit für das Schienenbett,
- Fig. 2A eine schematische Darstellung der Reinigungseinheit für die Tunnelwand,
- Fig. 2B eine Seitenansicht der Reinigungseinheit für die Tunnelwand,
- Fig. 2C ein Schrägbild der Reinigungseinheit für die Tunnelwand,
- Fig. 2D ein Schrägbild einer weiteren Ausführung der Reinigungseinheit Tunnelwand,
- Fig. 2E eine Seitenansicht der weiteren Ausführung der Reinigungseinheit Tunnelwand,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung der Reinigungseinheit für das Bankett,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung der Reinigungseinheit für das Schienenbett,
- Fig. 5 eine perspektivische Darstellung der Reinigungseinheit für das Schienenbett auf dem Schienenfahrzeug,
- Fig. 6 eine Detailansicht eines Bereichs der Reinigungseinheit für das Schienenbett,
- Fig. 7 eine Ansicht der Reinigungseinheit für das

- 5 Schienenbett mit abgesenktem und ausgefahrterer Kammer in der Reinigungsposition, und
- Fig. 8 eine Ansicht der Reinigungseinheit quer zur Fahrtrichtung.

[0063] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

10 Wege zur Ausführung der Erfindung

[0064] Die Figur 1A zeigt eine Ansicht eines Querschnitts durch einen Eisenbahntunnel, in dem sich ein erfindungsgemässes Schienenfahrzeug 10 befindet. Das Schienenfahrzeug 10 ist dabei von hinten dargestellt.

[0065] Das Schienenfahrzeug 10 umfasst mehrere Wagen. Auf einem Wagen ist ein erfindungsgemässes Reinigungsmodul 1 angeordnet. Dieses umfasst eine Reinigungseinrichtung umfassend eine Reinigungseinheit Tunnelwand 100, eine Reinigungseinheit Bankett 200 und eine Reinigungseinheit Schienenbett 300. Die Reinigungseinrichtungen umfassen je eine Zuführeinrichtung zum Zuführen eines Luftstroms zur zu reinigenden Oberfläche und eine Abführeinrichtung mit Abführrohren zum Absaugen von Schmutz und Abfall von der Oberfläche im Tunnel. Ferner umfasst das Reinigungsmodul 1 ein Gebläse zum Erzeugen eines Unterdrucks in den Abführrohren, einen Kompressor zur Erzeugung eines Luftdrucks in Zuführleitungen der Zuführeinrichtungen der Reinigungseinheiten 100, 200, 300 sowie einen Schmutzbehälter 13 zum Auffangen und Sammeln des aufgesaugten Schmutzes und Abfalls, ersichtlich in der Figur 1B. Hierzu sind die Reinigungseinheiten 100, 200, 300 mittels flexiblen Rohrleitungen 11 mit dem Schmutzbehälter 13 verbunden. Auf demselben Wagen ist zudem ein Führerstand 14 untergebracht. In diesem kann ein Benutzer die Reinigungseinheiten 100, 200, 300 steuern. Das Schienenfahrzeug 10 umfasst weiter einem Flachwagen, auf dem weitere Schmutzbehälter 13 untergebracht sind, die mit dem Schmutzbehälter 13, welcher mit den Reinigungseinrichtungen 100, 200, 300 verbunden ist, ausgetauscht werden können. Weitere Wagen des Schienenfahrzeugs 10 beinhalten Personenkabinen oder Lagerraum.

[0066] In der Figur 1B ist der Wagen des Schienenfahrzeugs 10, auf welchem die Reinigungseinheit 300 angeordnet ist, ersichtlich. In dieser Darstellung ist erkennbar, dass der Schmutzbehälter 13 auf dem Wagen in Fahrtrichtung 2 vor der Reinigungseinheit 300 für das Schienenbett angeordnet ist. Der Führerstand 14 befindet sich auf dem Wagen in Fahrtrichtung 2 hinter der Reinigungseinheit 300.

[0067] Für die Reinigung des Eisenbahntunnels werden die Reinigungseinheiten 100, 200, 300 relativ zu einer zu reinigenden Oberfläche 20 im Tunnel positioniert und das Gebläse und der Kompressor werden eingeschaltet. Anschliessend fährt das Schienenfahrzeug 10

im Schrittempo durch den Tunnel, wobei die Reinigungseinheiten 100, 200, 300 entlang der inneren Tunneloberflächen geführt werden.

[0068] Die Figuren 2 bis 4 zeigen je eine schematische Darstellung der drei Reinigungseinheiten 100, 200, 300 für die Tunnelwand, für das Bankett und für das Schienenbett. Die Funktion dieser Reinigungseinheiten wird nachfolgend im Detail beschrieben.

[0069] Die Figur 2A zeigt schematisch die Reinigungseinheit 100 für die Tunnelwand. Die Figur 2B zeigt eine Seitenansicht, die Figur 2C ein Schrägbild der Reinigungseinheit 100 für die Tunnelwand.

[0070] Die Fahrtrichtung 2 eines Fahrzeugs, welche diese Reinigungseinheit 100 trägt, ist mit einem Pfeil angegeben. Wie in der Figur 2 ersichtlich, umfasst diese Reinigungseinheit 100 für die Tunnelwand eine Zuführeinrichtung in Form von Zuführrohren 110 zum Zuführen eines Luftstroms 130 zur zu reinigenden Oberfläche. An einem freien Ende 111, welches zur Oberfläche hinweist, umfasst jedes Zuführrohr 110 eine Düse 113, durch die ein Luftstrom aus dem Zuführrohr 110 austritt und fokussiert auf die zu reinigende Oberfläche 20 geführt wird. Die Reinigungseinheit 100 umfasst zudem eine Abföhreinrichtung mit einem Abföhrohr 120 zum Abföhren von Schmutz oder Abfall von der Oberfläche. Das Abföhrohr umfasst an seinem zur Oberfläche hin gerichteten freien Ende 121 ein Saugmaul 122. Ferner ist an diesem freien Ende 121 des Abföhrohrs 120 eine das Saugmaul 122 umgebende Bürste 123 angeordnet, welche im Betrieb der Reinigungseinheit 100 die zu reinigende Oberfläche 20 abbürstet und den Absaugkanal in Fahrtrichtung 2 zumindest teilweise begrenzt. Das Zuführrohr 110 ist im Bereich des freien Endes des Abföhrohrs 121 mit einem Gelenk 112 schwenkbar am Abföhrohr 120 gelagert, so dass das freie Ende des Zuführrohrs 111 relativ zum freien Ende des Abföhrohrs 121 verschwenkt werden kann.

[0071] Bevorzugt ist das Saugmaul 122 des Abföhrohrs 120 im Wesentlichen rechteckförmig oder länglich oval ausgebildet und weist auf einer in Fahrtrichtung 2 hinteren Längsseite mehrere Zuführrohre 110 auf, so dass pro Abföhrohr 120 mehrere Luftströme 130 auf die zu reinigende Oberfläche 20 geleitet werden. Das Saugmaul 122 ist über das Abföhrohr, welches als flexible Abföhrohrleitung ausgeführt ist, mit dem Schmutzbehälter 13 und dem Gebläse auf dem Schienenfahrzeug 10 verbunden. Der aufgesaugte Schmutz und Abfall wird somit durch das Saugmaul 122 aufgesaugt und gelangt durch die Abföhrohrleitung in den Schmutzbehälter 13.

[0072] Das Reinigungsmodul 1 umfasst eine Haltevorrichtung mit Antrieb (nicht dargestellt) für die Reinigungseinheit 100 für die Tunnelwand. Mittels der Haltevorrichtung sind das Abföhrohr 120 und die Zuführrohre 110 der Reinigungseinheit Tunnelwand am Schienenfahrzeug 10 gehalten. Die Haltevorrichtung umfasst einen Teleskoparm, der an einem inneren Ende am Schienenfahrzeug 10 gelagert ist und an seinem äusseren Ende das freie Ende des Abföhrohrs 121 und die am Abföhrohr gelagerten Zuführrohre 110 trägt. Dadurch ist das

freie Ende des Abföhrohrs 121 relativ zum Schienenfahrzeug 10 verstellbar. So kann das freie Ende des Abföhrohrs 121 mit dem Saugmaul 122 quer zur Fahrtrichtung des Schienenfahrzeuges 10 vom Schienenfahrzeug 10 weg oder zum Schienenfahrzeug hin verstellbar werden. Zudem kann das freie Ende des Abföhrohrs 121 um eine Drehachse geschwenkt werden. Durch diese Einstellbarkeit kann die Reinigungseinheit 100 genau zur Tunnelwand oder zur Tunneldecke ausgerichtet werden, so dass die Bürste 123 die Oberfläche 20 berührt. Diese Einstellung erfolgt mittels des Antriebs der Haltevorrichtung. Der Antrieb umfasst hierzu je einen Elektromotor zum Ein- und Ausführen des Teleskoparms und zum Schwenken des freien Endes des Abföhrohrs 121. Die Elektromotoren können durch den Bediener im Führerstand 14 des Schienenfahrzeuges 10 oder durch eine automatische Steuerung gesteuert werden.

[0073] Zur Reinigung des Tunnels wird die Reinigungseinheit 100 für die Tunnelwand zur Oberfläche 20 der Tunnelwand oder der Tunneldecke geführt, so dass die Bürste 123 die Oberfläche 20 des Tunnels berührt. Da die Bürste 123 flexible Borsten umfasst, können kleine Hindernisse wie Kabelkanäle und Schilder mit der Bürste 123 überfahren werden, ohne dass die Reinigungseinheit 100 von der Oberfläche 20 wegbewegt werden muss. Da die Zuführrohre 110 beweglich am Abföhrohr 120 gelagert sind, werden sie beim Überfahren von Hindernissen kurzzeitig von der Oberfläche 20 weggedrückt und nehmen dadurch keinen Schaden.

[0074] Da die am freien Ende des Abföhrohrs 121 angebrachte Bürste 123, in Fahrtrichtung 2 gesehen, teilweise vor dem Saugmaul 122 des Abföhrohrs 120 angeordnet ist, bürstet diese die zu reinigende Oberfläche 20 zuerst ab, bevor das Saugmaul 122 den Staub und die gelösten Schmutzpartikel absaugt. Damit der Staub und der gelöste Schmutz vom Abföhrohr 120 eingesaugt werden, erzeugt das Gebläse des Reinigungsmoduls auf dem Schienenfahrzeug 10 einen Unterdruck, so dass beim freien Ende des Abföhrohrs 121 ein Saugstrom entsteht. Die Saugleistung des Gebläses beträgt dabei insgesamt ca. 90'000 m³/h.

[0075] Der in den Zuführrohren 110 geführte Luftstrom 130 steht unter einem Druck von ca. 6'000 Pa. Dieser Druck wird vom Kompressor auf dem Schienenfahrzeug 10 erzeugt. Der Luftstrom 130 tritt durch die Düse 113 des Zuführrohrs 110 aus und trifft in Richtung des Saugmauls 122 des Abföhrohrs 120 auf die zu reinigende Oberfläche 20. Dadurch wird der Schmutz einerseits von der Oberfläche 20 gelöst und andererseits in Richtung Saugmaul 122 geblasen. Dabei steht die Längsachse eines Endbereichs des Zuführrohrs 110 in einem spitzen Winkel zur Längsachse eines Endbereichs des Abföhrohrs 120. Durch die Ausrichtung des Endbereichs des Abföhrohrs 120 werden der Staub und der Schmutz in einer ersten Richtung von der Oberfläche abgesaugt. Der Luftstrom 130, der aus der Austrittsöffnung des Zuführrohrs 110 austritt, ist zum Saugmaul 122 des freien Endes des Abföhrohrs 121 hin gerichtet und trifft in einer

zweiten Richtung auf die Oberfläche auf. Dabei ist die erste Richtung in einem Winkel zwischen 45° und 80° zur zweiten Richtung ausgerichtet.

[0076] In den Figuren 2D und 2E ist eine weitere Ausführung der Reinigungseinheit 101 für die Tunnelwand dargestellt. Im Unterschied zur oben beschriebenen Ausführung umfasst diese Reinigungseinheit 101 eine rotierende Bürstenwalze 102. Die Bürstenwalze 102 wird von einem Elektromotor 103 angetrieben, welcher an einem Gehäuse der Bürstenwalze 102 angeordnet ist. Wie in Figur 2E ersichtlich, rotiert die Bürstenwalze 102 in eine Richtung entgegen der Fahrtrichtung 2 des Schienenfahrzeugs 10. Dadurch kann auch Schmutz von der Oberfläche der Tunnelwand oder Tunneldecke gelöst werden, welcher sehr stark an der Oberfläche anhaftet.

[0077] Die Figur 3 stellt schematisch die Reinigungseinheit 200 für das Schienenbankett dar. Diese umfasst eine Zuführeinrichtung in Form eines Zuführrohrs 210 und eine Abführeinrichtung in Form eines Abführrohrs 220, welches an seinem freien Ende 221 eine Saugöffnung 222 aufweist. Im Bereich eines freien Endes 211 ist das Zuführrohr 210 unbeweglich mit dem freien Ende 221 des Abführrohrs 220 verbunden (nicht dargestellt). Im Betrieb ist die Längsachse des Endbereichs des Abführrohrs 220 im Wesentlichen rechtwinklig zur Oberfläche 20 des Tunnels ausgerichtet. Der zugeführte Luftstrom 230 tritt im vorderen Bereich des Zuführrohrs 210 durch eine Düse 213 aus diesem aus und trifft in Richtung Saugöffnung 222 des Abführrohrs 220 auf die zu reinigende Oberfläche 20 auf. Das Zuführrohr 210 befindet sich in Fahrtrichtung gesehen hinter dem Abführrohr 220, wobei der austretende Luftstrom 230 in Fahrtrichtung 2 zur Oberfläche 20 hin geführt wird.

[0078] Der Winkel zwischen der Richtung in der der Luftstrom 230 auf die Oberfläche auftritt und der Richtung in der der Schmutz vom Abführrohr 220 abgesaugt wird, liegt in einem Bereich zwischen 45° und 80°.

[0079] Wie oben bei der Reinigungseinheit 100 für die Tunnelwand beschrieben, wird der Schmutz im Bankett durch den zugeführten Luftstrom 230 gelöst und mit der Saugöffnung 222 des Abführrohrs 220 abgesaugt. Die Saugöffnung 222 weist einen kreisrunden Querschnitt auf, vorzugsweise mit einem Innendurchmesser zwischen 20 cm und 40 cm. Das Abführrohr 220 weist im Bereich seines freien Endes 221 einen Endabschnitt 224 aus einem steifen Material, wie z. B. Stahlblech, auf. Dieser Endabschnitt 224 ist kegelförmig ausgebildet (in Figur 3 nicht dargestellt) und über eine flexible Abführrohrleitung mit dem Schmutzbehälter 13 und dem Gebläse auf dem Schienenfahrzeug 10 verbunden. Dabei ist der Endabschnitt 224 mittels zweier Ketten derart an einem Aufbau des Schienenfahrzeuges 10 befestigt, dass der Endabschnitt 224 und damit die Saugöffnung 222 und das freie Ende des Zuführrohrs 211 in vertikaler Richtung relativ zum Bankett verstellt werden können.

[0080] Die Figur 4 stellt die Reinigungseinheit 300 für das Schienenbett schematisch dar. Diese umfasst mehrere Zuführrohre 310 und mehrere Abführrohre 320. Die

Zuführrohre 310 sind in Fahrtrichtung gesehen vor und hinter den Abführrohren 320 sowie quer zur Fahrtrichtung seitlich der Abführrohre 320 angeordnet, ersichtlich in den Figuren 5 und 6.

[0081] Die Abführrohre 320 sind in zwei Reihen nebeneinander quer zur Fahrtrichtung angeordnet. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Reinigungseinheit 300 für das Schienenbett zwei Gruppen von je 15 Abführrohren 320 in Form von Abführrohrereinheiten 350.1, 350.2. Diese Anordnung der Abführrohre 320 ist in den Figuren 5 und 7 ersichtlich und nachfolgend im Detail beschrieben.

[0082] Jedes Abführrohr 320 weist einen Innendurchmesser von 10 cm auf, der Aussendurchmesser ist geringfügig grösser. Es ergibt sich eine von den Abführrohren 320 abgedeckte maximale Breite von über 4 m. Zudem umfasst jedes Abführrohr 320 im Bereich seines freien Endes ein Endelement 325, welches aus einem steifen Material, wie beispielsweise Stahlblech, geformt ist. Das Endelement 325 hat dabei einen kreisrunden Querschnitt und bildet ein Saugmaul 322 zum Absaugen des Schmutzes und Abfalls von der Oberfläche. In Saugrichtung gesehen hinter dem Endelement 325 ist ein flexibler Abschnitt 326 angeordnet, der einen Balg umfasst, welcher eine Längenkontraktion ermöglicht (vgl. Figuren 5 - 7). Die flexiblen Abschnitte 326 mehrerer Abführrohre 320 sind mit einer Haube 327 verbunden. Dabei bildet die Haube 327 mit den Abführrohren 320 eine Abführrohrereinheit 350.1, 350.2, welche vorzugsweise 10 - 15 Abführrohre 320 umfasst. Die Haube 327 jeder Abführrohrereinheit 350.1, 350.2 ist je über ein Hauptabführrohr 351 mit dem Schmutzbehälter 13 und dem Gebläse auf dem Schienenfahrzeug 10 verbunden.

[0083] Durch den balgartigen flexiblen Abschnitt 326 können die Endelemente 325 der Abführrohre 320 relativ zur Haube 327 einzeln und unabhängig von den anderen Endelementen 325 in vertikaler Richtung mit Kabelzügen angehoben und abgesenkt werden. Diese Verstellung erfolgt, indem ein Endelement 325 mittels zweier Kabel, die am Endelement 325 befestigt sind, in vertikaler Richtung angehoben oder abgesenkt wird. Die Kabel können durch den Bediener im Führerstand 14 betätigt werden, um die Endelemente 325 während des Betriebs verstellen zu können. In weiteren Ausführungen können die Endelemente 325 auch mittels elektrischem, hydraulischem oder pneumatischem Antrieb angehoben oder abgesenkt werden. Ein einzelnes Endelement 325 kann bis maximal 30 cm relativ zu den anderen Endelementen 325 angehoben werden. Dadurch können die Endelemente 325 im Bereich einer Weiche oder bei einem Hindernis einzeln und unabhängig voneinander angehoben oder abgesenkt werden, um dadurch den Untergrund passgenau zu reinigen. Zudem ist die Haube 327 zusammen mit den Abführrohren 320 als Ganzes relativ zum Schienenfahrzeug 10 verstellbar. Diese Verstellmöglichkeit wird weiter unten in Zusammenhang mit den Figuren 5 und 6 im Detail beschrieben.

[0084] Der flexible Abschnitt 326 erlaubt ferner ein Ver-

schwenken des jeweiligen Abführrohrs 320, wenn dessen Endelement 325 ein Hindernis touchiert.

[0085] Wie in der Figur 4 schematisch angedeutet, sind der Bereich der freien Enden der Zuführrohre 310, die Endelemente 325 und die flexiblen Abschnitte 326 der Abführrohre 320 von einer Kammer 340 umgeben. Diese umfasst vier Seitenwände und einen Deckel. In der Kammer 340 ist ein Unterdruck von rund 40'000 Pa erzeugbar. Die unteren Bereiche der Seitenwände der Kammer 340 werden aus elastischen Schürzen gebildet. Dadurch kann die gesamte Kammer 340 mit der Reinigungseinheit 300 auf das Schienenbett abgesenkt werden, so dass im Bereich der Schienen die elastischen Schürzen durch die Schienen weggedrückt werden.

[0086] Wie bei der Reinigungseinheit 100 für die Tunnelwand und der Reinigungseinheit 200 für das Bankett dienen die Zuführrohre 310 der Reinigungseinheit 300 für das Schienenbett dazu, mit einem Luftstrom 330 den Schmutz von der zu reinigenden Oberfläche zu lösen. Der gelöste Schmutz wird durch die Saugmaule 322 der Abführrohre 320 in einer ersten Richtung von der Oberfläche abgesaugt. Der Luftstrom 330, der aus einer Düse 313 im Zuführrohr 310 austritt, ist zu den Saugmaulen 322 hin gerichtet und trifft in einer zweiten Richtung auf die Oberfläche auf. Dabei ist die erste Richtung in einem Winkel zwischen 45° und 80° zur zweiten Richtung ausgerichtet.

[0087] Die Figur 5 zeigt eine perspektivische Ansicht der erfindungsgemässen Reinigungseinheit 300 für das Schienenbett, montiert auf dem Schienenfahrzeug 10. Dabei ist mit einem Kreis ein Ausschnitt markiert, der in der Figur 6 vergrössert dargestellt ist.

[0088] Zudem ist in Figur 5 die Kammer 340 ersichtlich, die auf einer Unterseite des Schienenfahrzeuges 10 angeordnet ist und eine rechteckförmige Grundfläche aufweist. Die begrenzendende Umrandung der Kammer 340 umfasst vier vertikal orientierte Seitenwände, die durch elastische Schürzen gebildet sind (vgl. Figur 6). Sie sind in zwei Hälften angeordnet, welche in horizontaler Richtung, quer zur Fahrtrichtung, relativ zueinander verstellt werden können. Dadurch ist die Grundfläche bzw. das Volumen der Kammer 340 veränderbar. Die Schürzen sind an einem rahmenartigen Gestänge 341 befestigt. Nach oben ist die Kammer durch einen (durchsichtigen) Deckel abgeschlossen.

[0089] In Figur 5 ist erkennbar, dass entlang den vier Seitenwänden der Kammer 340 die Zuführrohre 310 angeordnet sind. Der Einfachheit halber sind in den Figuren 5 - 8 nur die jeweils vordersten Bereiche der freien Enden der Zuführrohre 310 dargestellt. Die Zuführrohre 310 sind am rahmenartigen Gestänge 341 befestigt und zwar schwenkbar, so dass sie weggeschwenkt werden, wenn sie ein Hindernis touchieren. Die jeweiligen Auslässe der Zuführrohre 310 weisen gegen die Mitte der Kammer 340 zu den dort angeordneten Abführrohren 320. Dadurch wird im Betrieb der Staub und Schmutz durch den Luftstrom 330 aus den Zuführrohren 310 in Fahrtrichtung wie auch quer zur Fahrtrichtung zu den Saugmäulern 322

der Abführrohre 320 in der Kammer 340 geblasen.

[0090] In die Kammer 340 münden zudem die zwei Abführrohreinheiten 350.1, 350.2. Hierzu ist jeweils die Haube 327 der Abführrohreinheit 350.1, 350.2 mit dem rahmenartigen Gestänge 341 der Kammer 340 verbunden. Weiter sind in Figur 5 die Hauptabführrohre 351 ersichtlich, welche je die Abführrohreinheiten 350.1, 350.2 mit dem Schmutzbehälter 13 verbinden.

[0091] Wie in Figur 5 ersichtlich ist, umfasst die Reinigungseinheit 300 für das Schienenbett eine Verstelleinrichtung 370 zum Verstellen der Abführrohreinheiten 350.1, 350.2 relativ zum Schienenfahrzeug 10. Hierzu beinhaltet die Verstelleinrichtung 370 zwei quer verlaufende lineare Führungen, entlang denen die Abführrohreinheiten 350.1, 350.2 quer zur Fahrtrichtung des Schienenfahrzeuges 10 verschiebbar sind. Die Abführrohreinheiten 350.1, 350.2 werden dabei manuell von Hand oder mittels elektrischem, hydraulischem oder pneumatischem Antrieb verschoben. So kann jede Abführrohreinheit 350.1, 350.2 je auf eine Seite von der Fahrzeugmitte aus nach aussen verschoben werden. Dabei werden die beiden Hälften der Kammer 340 ebenfalls relativ zueinander nach aussen verschoben. Die Abführrohreinheiten 350.1, 350.2 können dabei soweit von der Fahrzeugmitte nach aussen verschoben werden, bis sich die Reihen der Abführrohre 320 in Fahrtrichtung gesehen nicht mehr überlappen, so dass alle Abführrohre 320 nebeneinander angeordnet sind, ersichtlich in Figur 7.

[0092] Weiter umfasst die Verstelleinrichtung 370 Hebezüge, mit denen die Kammer 340 zusammen mit beiden Abführrohreinheiten 350.1, 350.2 in vertikaler Richtung zum Schienenbett abgesenkt oder angehoben werden können. Zusätzlich zu dieser Verstellmöglichkeit umfasst jede Abführrohreinheit 350.1, 350.2 die oben in Zusammenhang mit Figur 4 beschriebenen Kabelzüge, um die Endelemente 325 der Abführrohre 320 einzeln und unabhängig voneinander verstellen zu können. Die Verstelleinrichtung 370 umfasst zudem Elektromotoren, um die Kabelzüge zu betätigen und um die Abführrohreinheiten 350.1, 350.2 entlang den Führungen zu bewegen. Die Elektromotoren können dabei aus dem Führerstand 14 durch den Bediener gesteuert werden. Ferner sind auch die Kabelzüge für die einzelnen Abführrohre 340 vom Führerstand 14 aus betätigbar. Alternativ können die Endelemente 325, wie oben erwähnt, auch mittels elektrischem, hydraulischem oder pneumatischem Antrieb angehoben oder abgesenkt werden.

[0093] Weiter kann aus dem Führerstand 14 der Bediener den Kompressor zur Erzeugung des Luftdrucks in den Zuführrohren 110, 210, 310 und das Gebläse zur Erzeugung der Saugleistung in den Abführrohren 120, 220, 320 steuern. Der Kompressor erzeugt einen Luftdruck von 600'000 Pa und erreicht einen Volumenstrom von ca. 2'100 m³/h. Das Gebläse erreicht eine Saugleistung von 90'000 m³/h.

[0094] Während die Figur 6 die Position der Reinigungseinheit 300 für das Schienenbett in einer Bereitschaftsposition zeigt, in welcher die Kammer 340 ange-

hoben ist, zeigt die Figur 7 die Position der Reinigungseinheit 300 für das Schienenbett während der Reinigung des Schienenbetts, wobei sich die Kammer 340 in einer abgesenkten Reinigungsposition befindet. In der dargestellten Reinigungsposition sind die beiden Hälften der Kammer 340 relativ zueinander quer zur Fahrtrichtung auseinander geschoben und die zwei Abführrohreinheiten 350.1, 350.2 sind ebenfalls relativ zueinander quer zur Fahrtrichtung auseinander verschoben, so dass die Abführrohreinheiten 350.1, 350.2 nebeneinander angeordnet sind und dadurch die Abführrohre 320 eine maximale Breite des Schienenbetts abdecken können.

[0095] In der Reinigungsposition können auch kleinere Hindernisse wie Signale oder Schilder, welche maximal 30 cm vom Untergrund aufragen, überfahren werden, ohne dass die Kammer 340 angehoben werden muss. Da die Zuführrohre 310 beweglich am rahmenartigen Gestänge 341 gelagert sind, werden sie durch das Hindernis kurzzeitig nach oben weggeschwenkt. Das Gleiche geschieht mit den Endelementen 325 der Abführrohre 320. Diese können dank des flexiblen Abschnitts 326 durch ein Hindernis weggedrückt werden, ohne dabei Schaden zu nehmen. Aufgrund der Schwerkraft erreichen sie automatisch wieder ihre Arbeitsposition, sobald das Hindernis überfahren worden ist.

[0096] Die Reinigungseinheit 300 für das Schienenbett kann so abgesenkt werden, dass sich die freien Enden der Zuführrohre 310 und der Abführrohre 320 nahe, vorzugsweise bis 2 cm über dem Schotterbett oder dem Festbett der Schienen befinden. Durch die beschriebene Anordnung der Abführrohre 320 und die Verstellmöglichkeit der einzelnen Endelemente 325 kann das Schienenbett auch im Bereich einer Weiche gründlich gereinigt werden, da die Endelemente 325 der Abführrohre 320 einzeln angehoben oder abgesenkt werden können, um die Absaugfläche exakt auf den Untergrund abzustimmen.

[0097] Die Verstellung der Endelemente 325 kann manuell erfolgen. In einer weiteren Ausführung kann die Verstellung jedoch auch automatisiert werden. Hierzu umfasst das Reinigungsmodul 300 den Abführrohren 320 in Fahrtrichtung vorgeordnete Sensoren zum Erfassen des Schienenbetts und eine Steuereinheit zum Auswerten der Sensorsignale und zum Steuern der Verstellrichtung 370. Bei dieser Ausführung wird während des Fahrens der Untergrund laufend durch die Sensoren überwacht. Wird ein Hindernis erkannt, verstellt die Steuereinheit die einzelnen Endelemente 325 der Abführrohre 320. So werden beispielsweise einzelne Endelemente 325 angehoben, wenn das Schienenfahrzeug 10 über eine Weiche fährt oder ein grösseres Hindernis im Weg steht.

[0098] Die Figur 8 zeigt eine Ansicht der Reinigungseinheit 300 quer zur Fahrtrichtung. Ersichtlich sind insbesondere die Zuführrohre 310, die entlang der Umrandung der Kammer 340 angeordnet sind. Ihre Mündungen sind unterhalb einer durch den Schienenkopf 23 definierten Abrollebene positioniert. Die Schürzen, welche die

Seitenwände der Kammer 340 bilden, reichen zudem fast bis auf die feste Fahrbahn 22, so dass innerhalb der Kammer 340 mit einer relativ geringen Saugleistung ein Unterdruck aufgebaut werden kann. Einige der Zuführrohre 310 sind auf der Aussenseite der Kammer 340 am rahmenartigen Gestänge 341 angeordnet. Ihre Mündung weist zum untersten Bereich der Tunnelwand 21 hin. Die über diese Zuführrohre abgegebene Druckluft löst Staub und Schmutz in diesem Bereich. Aufgrund des Unterdrucks in der Kammer 340 wird auch dieser Staub und Schmutz nach innen in die Kammer 340 gesaugt und somit entfernt.

[0099] Zusammenfassend ist festzustellen, dass durch die erfindungsgemässe Reinigungsvorrichtung ein effizientes und gleichzeitig gründliches Reinigen eines Tunnels ermöglicht wird.

Patentansprüche

1. Reinigungsvorrichtung zum Trockenreinigen eines Tunnels, umfassend

a) eine Zuführeinrichtung (310) zum Zuführen eines Luftstroms zu einer zu reinigenden Oberfläche, wobei die Zuführeinrichtung eine Austrittsöffnung umfasst, durch die der Luftstrom aus der Zuführeinrichtung (310) austritt,

b) eine Abführeinrichtung umfassend mindestens ein Abführrohr (320) mit einem freien Ende mit einer Öffnung (322) zum Absaugen von Schmutz oder Abfall von der Oberfläche mit der Öffnung (322) des freien Endes in einer ersten Richtung,

wobei die Zuführeinrichtung (310) derart angeordnet ist, dass der Luftstrom aus der Austrittsöffnung in einer zweiten Richtung zur Öffnung (322) des freien Endes des Abführrohrs (320) hin aus der Zuführeinrichtung (310) austritt und auf die Oberfläche auftrifft, wobei die erste Richtung in einem Winkel zwischen 45° und 80° zur zweiten Richtung ausgerichtet ist

wobei die Abführeinrichtung mehrere, in einer Reihe nebeneinander angeordnete Abführrohre (320) zum Absaugen umfasst, jeweils mit einem freien Ende mit einer Öffnung in der ersten Richtung, und dass die Abführrohre (320) an einem zur reinigenden Oberfläche hin gerichteten Ende der Abführrohre (320) ein Endelement (325) umfassen, wobei das Endelement eines ersten Abführrohres der mehreren Abführrohre (320) relativ zu einem Endelement eines zweiten Abführrohres der mehreren Abführrohre (320) bewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Endelement (325) relativ zur Zuführeinrichtung (310) bewegbar ist.

2. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abführeinrichtung mindestens 10 Abführröhre (320) pro Meter, besonders bevorzugt mindestens 20 Abführröhre (320) pro Meter, umfasst.
3. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abführrohr (320) einen Innendurchmesser zwischen 5 bis 30 cm, vorzugsweise einen Innendurchmesser zwischen 8 bis 20 cm aufweist.
4. Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abführrohr (320) in Saugrichtung nach dem Endelement (325) einen flexiblen Bereich (326) und anschliessend einen steifen Bereich umfasst, so dass das Endelement (325) relativ zum steifen Bereich des Abführrohrs (320) verschwenkbar ist.
5. Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführeinrichtung mehrere Zuführröhre (310) zum Zuführen des Luftstroms umfasst.
6. Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Endbereich des Abführrohrs eine Bürste angeordnet ist, zum Abbürsten der zu reinigenden Oberfläche.
7. Reinigungsmodul (1) umfassend eine Reinigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, eine Druckluftquelle zum Erzeugen eines Luftdrucks in der Zuführeinrichtung, eine Saugereinrichtung zum Erzeugen eines Unterdrucks in der Abführeinrichtung und einen Behälter (13) zum Aufnehmen des abgesaugten Schmutzes und Abfalls.
8. Reinigungsmodul (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der durch die Druckluftquelle erzeugte Volumenstrom für die Zuführeinrichtung zwischen 1'000 m³/h und 4'000 m³/h liegt.
9. Reinigungsmodul (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die durch die Saugereinrichtung für die Abführeinrichtung erzeugte Saugleistung zwischen 20'000 m³/h und 60'000 m³/h liegt.
10. Reinigungsmodul (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **gekennzeichnet durch** eine Kammer (340) gebildet durch vier Seitenwänden und einem Deckel, wobei je mindestens ein unterer Endbereich der Abführeinrichtung und ein unterer Endbereich der Zuführeinrichtung von der Kammer (340) umschlossen sind, wobei in der Kammer ein Druck erzeugbar ist, der geringer ist als der Atmosphärendruck.
11. Reinigungsmodul (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **gekennzeichnet durch** eine Detektionseinrichtung zum Erfassen von Hindernissen, eine Auswerteinheit und einen Antrieb zum Verstellen der Abführeinrichtung in vertikaler Richtung relativ zur Zuführeinrichtung, wobei die Detektionseinrichtung dazu ausgebildet ist, Signale an die Auswerteinheit zu senden und wobei die Auswerteinheit dazu ausgebildet ist, den Antrieb in Abhängigkeit der Signale zu steuern.
12. Schienenfahrzeug (10) umfassend ein Reinigungsmodul (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 11.
13. Schienenfahrzeug (10) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schienenfahrzeug (10) mindestens vier Räder mit je einer Lauffläche aufweist, wobei das freie Ende des Abführrohrs (320) mindestens 15 cm vorzugsweise mindestens 20 cm in lotrechter Richtung über den untersten Punkt auf der Lauffläche eines Rades hinaus absenkbar ist.
14. Verfahren zum Trockenreinigen eines Tunnels mit einer Reinigungseinrichtung nach Anspruch 1 bis 6 umfassend die Schritte
- Positionieren der Reinigungseinrichtung relativ zur zu reinigenden Oberfläche,
 - Bewegen der Reinigungseinrichtung relativ zur Oberfläche entlang einer Längsachse des Tunnels,
 - während der Bewegung Zuführen eines Luftstroms zur Oberfläche, so dass Schmutz oder Abfall von der Oberfläche gelöst wird, und
 - während der Bewegung Abführen des gelösten Schmutzes oder Abfalls von der Oberfläche mit einer Abführeinrichtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Abführrohr von mehreren Abführröhren (320) der Abführeinrichtung während dem Reinigen des Tunnels in einer von der Längsachse des Tunnels unterschiedlichen Richtung relativ zur Oberfläche und relativ zu einem weiteren der Abführröhre bewegt wird.

Claims

1. Cleaning device for the dry cleaning of a tunnel, comprising
 - a) a feeding device (310) for feeding a flow of air to a surface being cleaned, wherein the feeding device has an exit opening, through which the flow of air emerges from the feeding device (310)
 - b) a removal device comprising at least one removal pipe (320) with a free end with an opening (322) for suctioning away dirt or trash from the

- surface with the opening (322) of the free end in a first direction,
characterized in that
the feeding device (310) is arranged such that the flow of air from the exit opening emerges from the feeding device (310) in a second direction toward the opening (322) of the free end of the removal pipe (320) and impinges on the surface, the first direction being oriented at an angle between 45° and 80° to the second direction, wherein
the removal device comprises several removal pipes, arranged next to each other in a row, for the suctioning, each having a free end with an opening in the first direction,
and the removal pipes (320) comprise an end element (325) at an end of the removal pipe directed toward the surface being cleaned, wherein the end element of a first removal pipe of the several removal pipes (320) is movable relative to a second removal pipe of the several removal pipes (320), **characterized in that** the end element (325) is movable relative to the feeding device (310).
2. Cleaning device according to Claim 1, **characterized in that** the removal device comprises at least 10 removal pipes (320) per meter, especially preferably at least 20 removal pipes (320) per meter.
 3. Cleaning device according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the removal pipe (320) has an inner diameter between 5 and 30 cm, preferably an inner diameter between 8 and 20 cm.
 4. Cleaning device according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the removal pipe (320) has a flexible region (326) after the end element (325) in the suction direction and then a rigid region, so that the end element (325) can swivel relative to the rigid region of the removal pipe (320).
 5. Cleaning device according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the feeding device comprises several feed pipes (310) for the feeding of the flow of air.
 6. Cleaning device according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** a brush is arranged in an end region of the removal pipe, for brushing off the surface being cleaned.
 7. Cleaning module (1) comprising a cleaning device according to one of Claims 1 to 6, a compressed air source for generating an air pressure in the feeding device, a suction device for generating a partial vacuum in the removal device, and a container (13) to hold the suctioned dirt and trash.
 8. Cleaning module (1) according to Claim 7, **characterized in that** the volume flow for the feeding device generated by the compressed air source is between 1000 m³/h and 4000 m³/h.
 9. Cleaning module according to Claim 7 or 8, **characterized in that** the suction power generated for the removal device by the suction device is between 20,000 m³/h and 60,000 m³/h.
 10. Cleaning module (1) according to one of Claims 7 to 9, **characterized by** a chamber (340) formed by four side walls and a cover, wherein at least one lower end region of the removal device and a lower end region of the feeding device are enclosed by the chamber (340), wherein a pressure can be generated in the chamber which is less than atmospheric pressure.
 11. Cleaning module(1) according to one of Claims 7 to 10, **characterized by** a detection device for detecting obstacles, an evaluation unit and a drive for adjusting the removal device in the vertical direction relative to the feeding device, wherein the detection device is designed to send signals to the evaluation unit and wherein the evaluation unit is designed to control the drive in dependence on the signals.
 12. Rail vehicle (10) comprising a cleaning module (1) according to one of Claims 7 to 11.
 13. Rail vehicle (10) according to Claim 12, **characterized in that** the rail vehicle (10) comprises at least four wheels each with a running surface, wherein the free end of the removal pipe (320) can be lowered past the lowermost point on the running surface of a wheel by at least 15 cm, preferably at least 20 cm, in the vertical direction.
 14. Method for the dry cleaning of a tunnel with a cleaning device according to Claim 1 to 6, involving the steps
 - positioning of the cleaning device relative to the surface being cleaned,
 - moving the cleaning device relative to the surface along a longitudinal axis of the tunnel,
 - during the movement, feeding a flow of air onto the surface, so that dirt or trash is loosened from the surface, and
 - during the movement, removing the loosened dirt or trash from the surface with a removal device, **characterized in that** at least one removal pipe of several removal pipes (320) of the removal device is moved during the cleaning of the tunnel in a direction relative to the surface and relative to another one of the removal pipes which is different from the longitudinal axis of

the tunnel.

Revendications

1. Dispositif de nettoyage servant au nettoyage à sec d'un tunnel, comprenant :

a) un dispositif d'alimentation (310) servant à amener un flux d'air à une surface à nettoyer, le dispositif d'alimentation comprenant une ouverture de sortie à travers laquelle le flux d'air ressort du dispositif d'alimentation (310) ;

b) un dispositif d'évacuation comprenant au moins un tube d'évacuation (320) avec une extrémité libre dotée d'une ouverture (322) servant à l'évacuation de la saleté ou des déchets provenant de la surface à l'aide de l'ouverture (322) de l'extrémité libre, dans une première direction ;

dans lequel le dispositif d'alimentation (310) est disposé de telle sorte que le flux d'air sorte de l'ouverture de sortie dans une deuxième direction par rapport à l'ouverture (322) de l'extrémité libre du tube d'évacuation (320), hors du dispositif d'alimentation (310), et percute la surface, la première direction étant orientée selon un angle compris entre 45° et 80° par rapport à la deuxième direction ;

dans lequel le dispositif d'évacuation comprend plusieurs tubes d'évacuation (320) disposés côte à côte suivant une ligne pour l'évacuation, respectivement avec une extrémité libre avec une ouverture pratiquée dans une première direction ; et

dans lequel les tubes d'évacuation (320) comprennent un élément d'extrémité (325) au niveau d'une extrémité des tubes d'évacuation (320) orientée vers la surface à nettoyer, l'élément d'extrémité d'un premier tube d'évacuation parmi les multiples tubes d'évacuation (320) pouvant être déplacé par rapport à un élément d'extrémité d'un deuxième tube d'évacuation parmi les multiples tubes d'évacuation (320) ;
caractérisé en ce que l'élément d'extrémité (325) peut être déplacé par rapport au dispositif d'alimentation (310) .

2. Dispositif de nettoyage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif d'évacuation comprend au moins 10 tubes d'évacuation (320) par mètre, de façon particulièrement préférée au moins 20 tubes d'évacuation (320) par mètre.

3. Dispositif de nettoyage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le tube d'évacuation (320) présente un diamètre intérieur compris entre 5 à 30 cm, de préférence un diamètre intérieur compris en-

tre 8 à 20 cm.

4. Dispositif de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le tube d'évacuation (320) comprend une zone flexible (326) située après l'élément d'extrémité (325) dans la direction d'aspiration, cette zone étant suivie d'une zone rigide, de sorte que l'élément d'extrémité (325) puisse pivoter par rapport à la zone rigide du tube d'évacuation (320).
5. Dispositif de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le dispositif d'alimentation comprend plusieurs tubes d'alimentation (310) pour amener le flux d'air.
6. Dispositif de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** une brosse est disposée dans une zone d'extrémité du tube d'évacuation, cette brosse servant à broser la surface à nettoyer.
7. Module de nettoyage (1) comprenant un dispositif de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, une source d'air comprimé permettant de produire une pression d'air dans un dispositif d'alimentation, un dispositif d'aspiration servant à produire une sous-pression dans le dispositif d'évacuation et un bac (13) pour recevoir la saleté et les déchets aspirés.
8. Module de nettoyage (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le débit volumique produit par la source d'air comprimé pour le dispositif d'alimentation se situe entre 1000 m³/h et 4000 m³/h.
9. Module de nettoyage (1) selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la puissance d'aspiration produite par le dispositif d'aspiration pour le dispositif d'évacuation se situe entre 20000 m³/h et 60000 m³/h.
10. Module de nettoyage (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé par** un compartiment (340) formé par quatre parois latérales et un couvercle, dans lequel respectivement au moins une zone d'extrémité inférieure du dispositif d'évacuation et une zone d'extrémité inférieure du dispositif d'alimentation sont entourés par le compartiment (340), une pression pouvant être produite dans le compartiment, cette pression étant plus réduite que la pression atmosphérique.
11. Module de nettoyage (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé par** un dispositif de détection permettant de détecter des obstacles, une unité d'analyse et un entraînement permettant de déplacer le dispositif d'évacuation dans la direc-

tion verticale par rapport au dispositif d'alimentation, le dispositif de détection étant réalisé pour envoyer des signaux à l'unité d'analyse et l'unité d'analyse étant réalisée pour commander l'entraînement en fonction des signaux.

5

12. Véhicule sur rails (10) comprenant un module de nettoyage (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 11.

10

13. Véhicule sur rails (10) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le véhicule sur rails (10) comporte au moins quatre roues avec respectivement une surface de roulement, l'extrémité libre du tube d'évacuation (320) pouvant être descendue d'au moins 15 cm, de préférence d'au moins 20 cm, dans la direction d'aplomb au-delà du point le plus bas sur la surface de roulement d'une roue.

15

14. Procédé servant au nettoyage à sec d'un tunnel avec un dispositif de nettoyage selon la revendication 1 à 6, comprenant les étapes suivantes :

20

positionnement du dispositif de nettoyage par rapport à la surface à nettoyer ;

25

déplacement du dispositif de nettoyage par rapport à la surface le long d'un axe longitudinal du tunnel ;

pendant le déplacement, amenée d'un flux d'air jusqu'à la surface de façon à retirer la poussière ou les déchets de la surface ; et

30

pendant le déplacement, évacuation de la poussière ou des déchets hors de la surface à l'aide d'un dispositif d'évacuation ;

caractérisé en ce qu'au moins un tube d'évacuation parmi les multiples tubes d'évacuation (320) du dispositif d'évacuation est déplacé pendant le nettoyage du tunnel dans une direction différente de l'axe longitudinal du tunnel par rapport à la surface et par rapport à un autre des tubes d'évacuation.

35

40

45

50

55

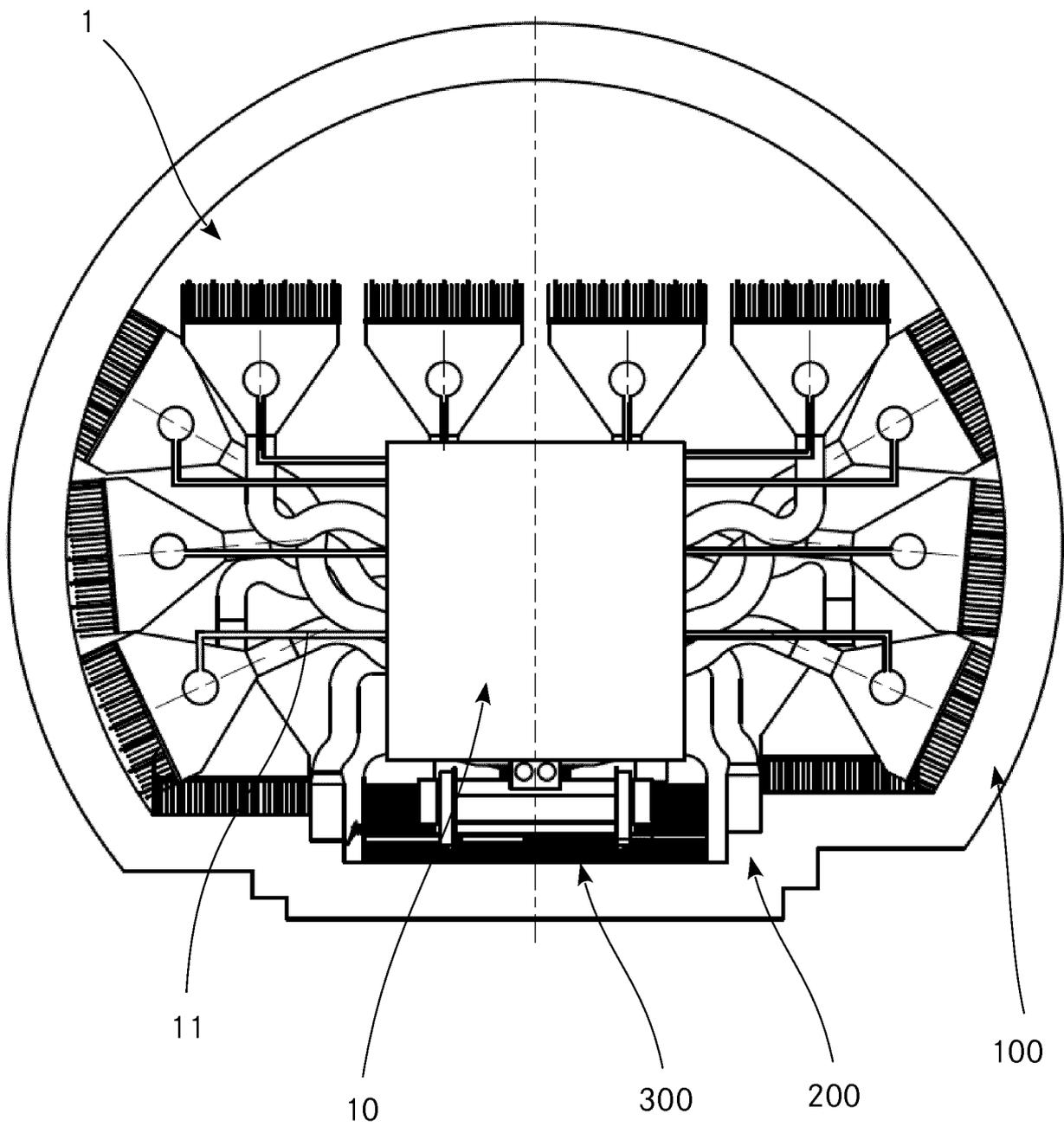


Fig. 1A

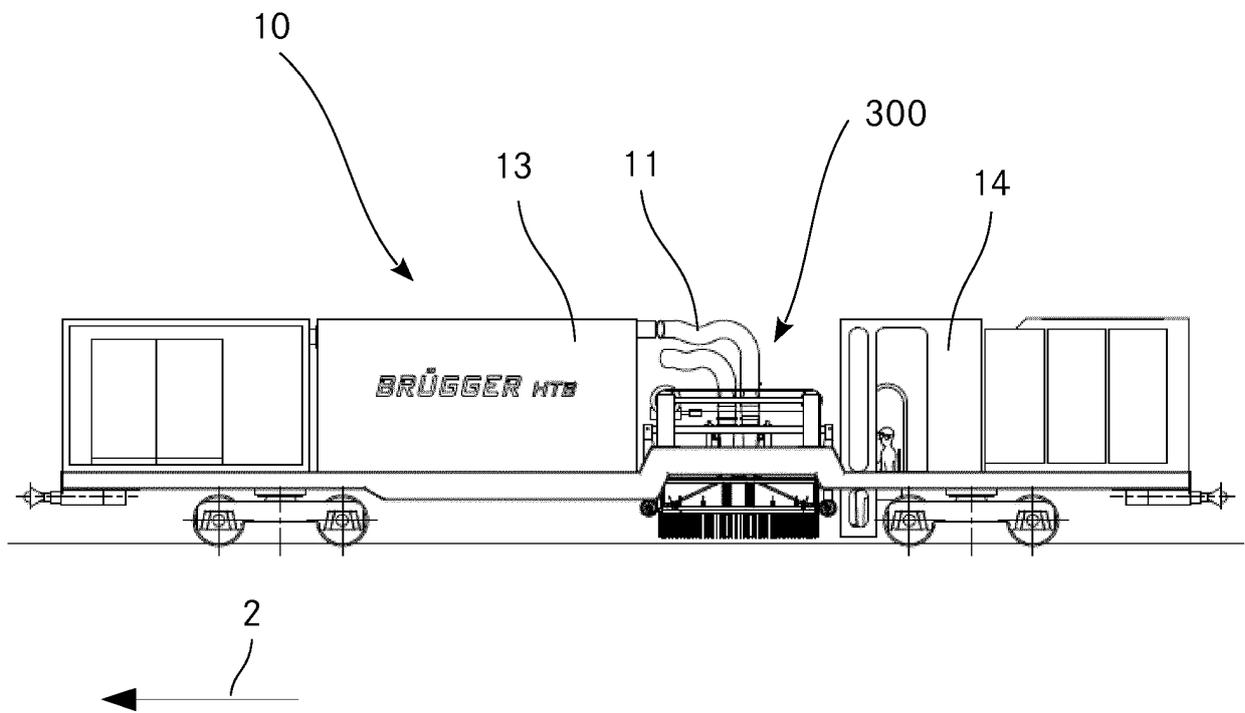
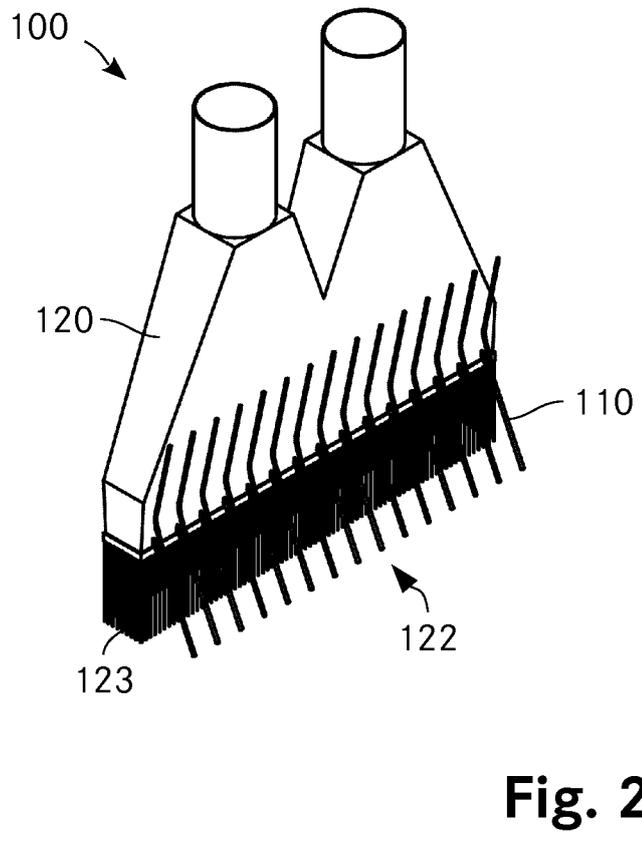
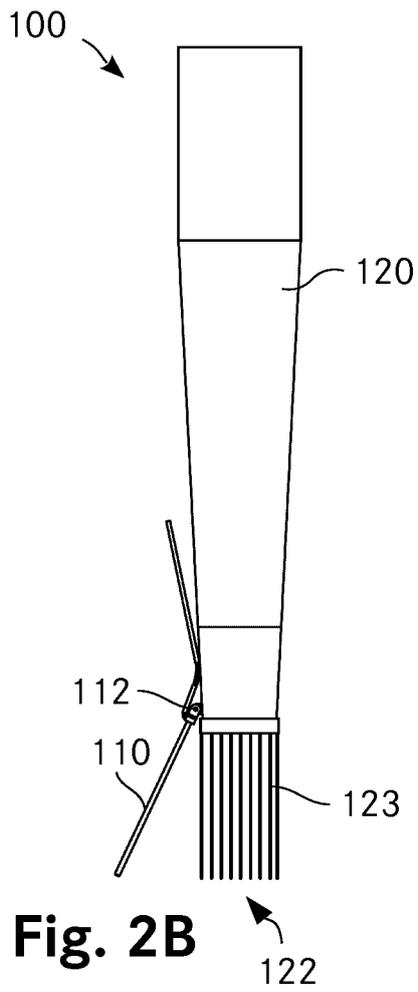
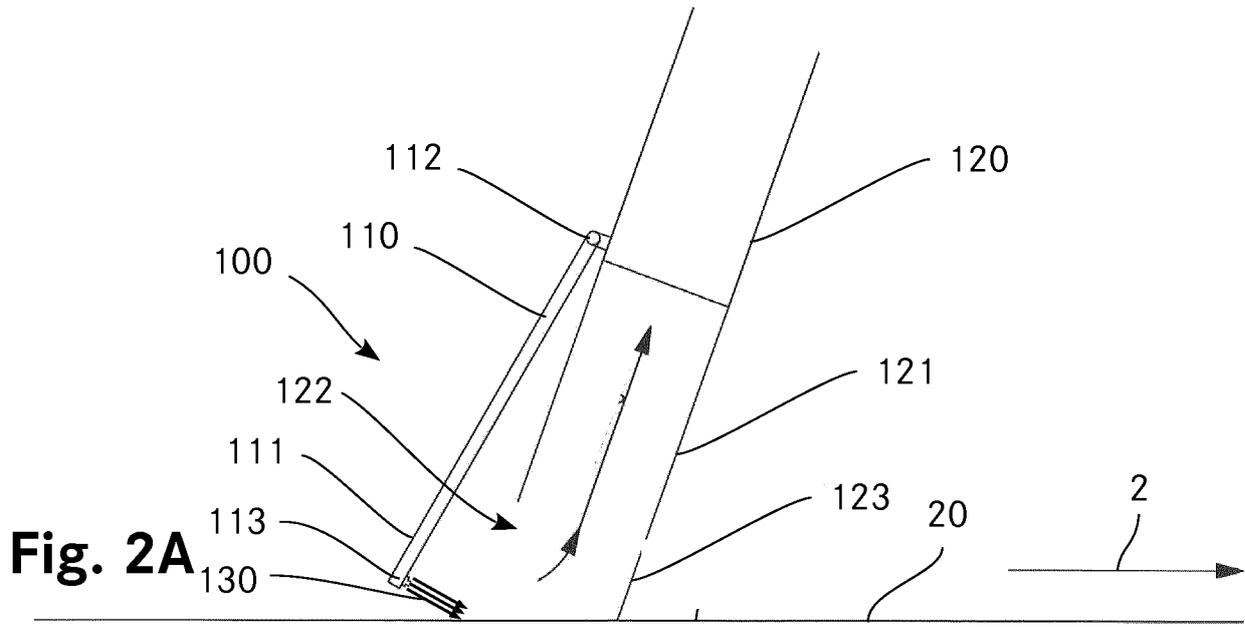


Fig. 1B



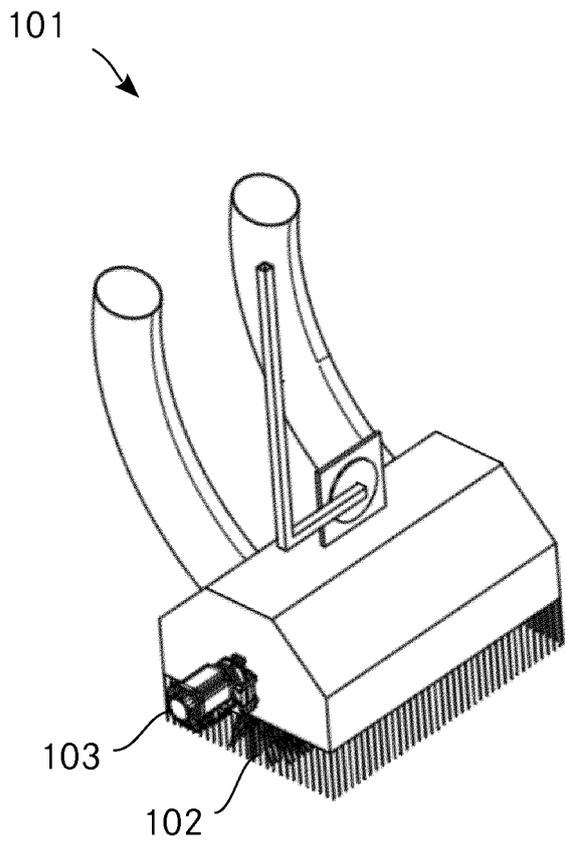


Fig. 2D

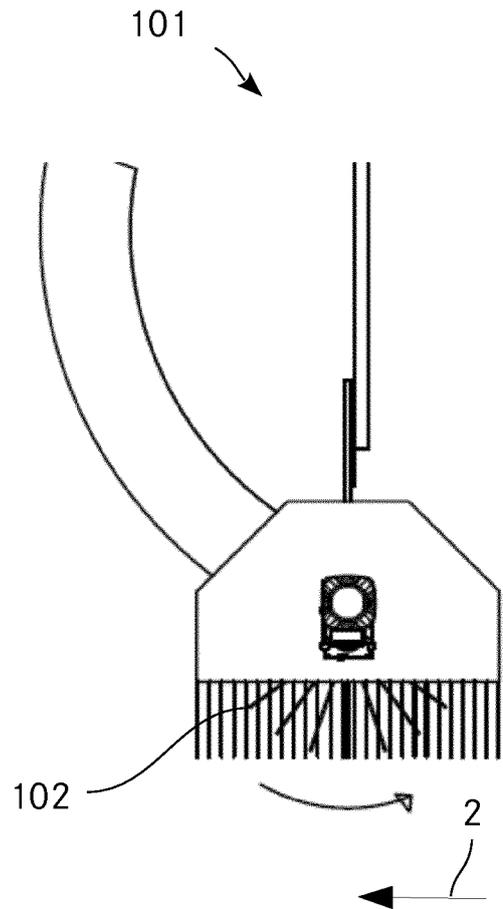
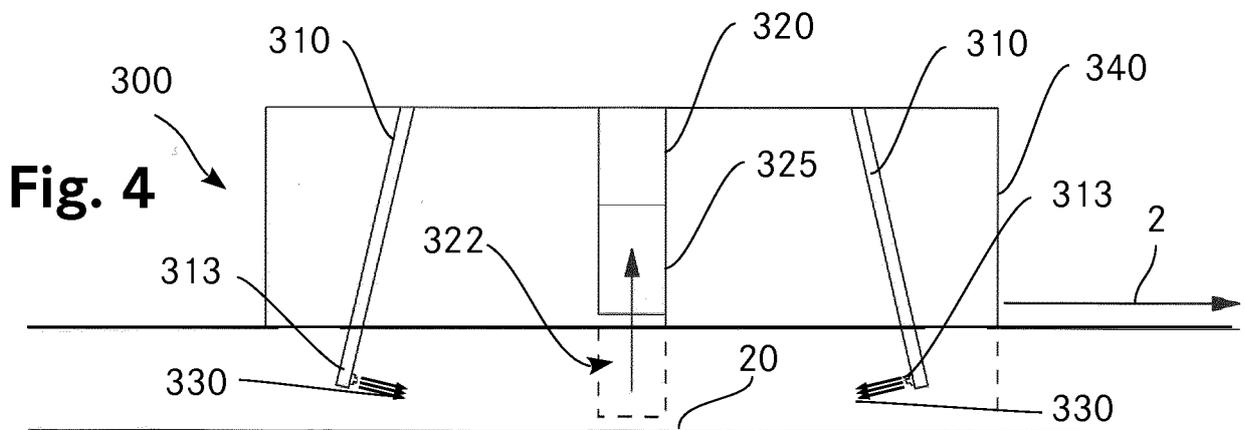
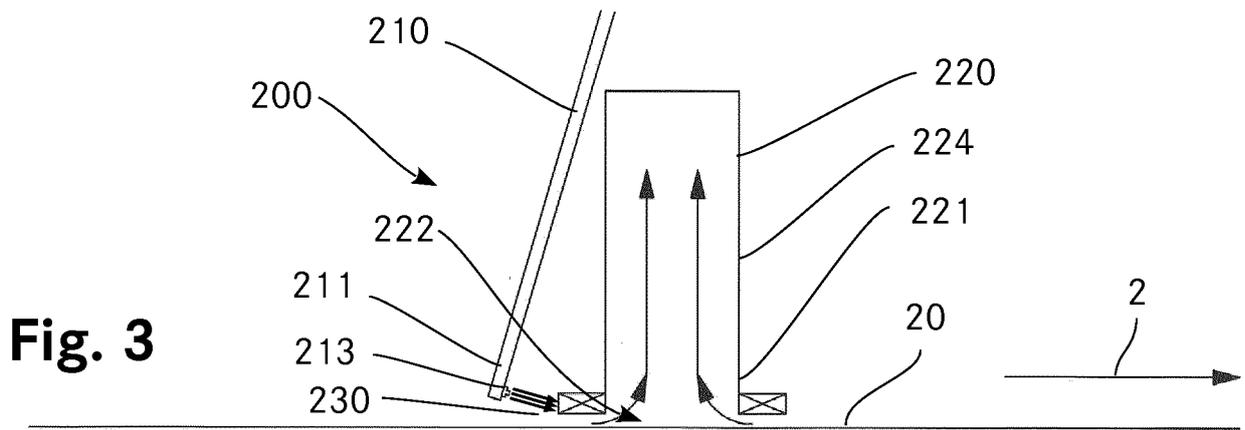
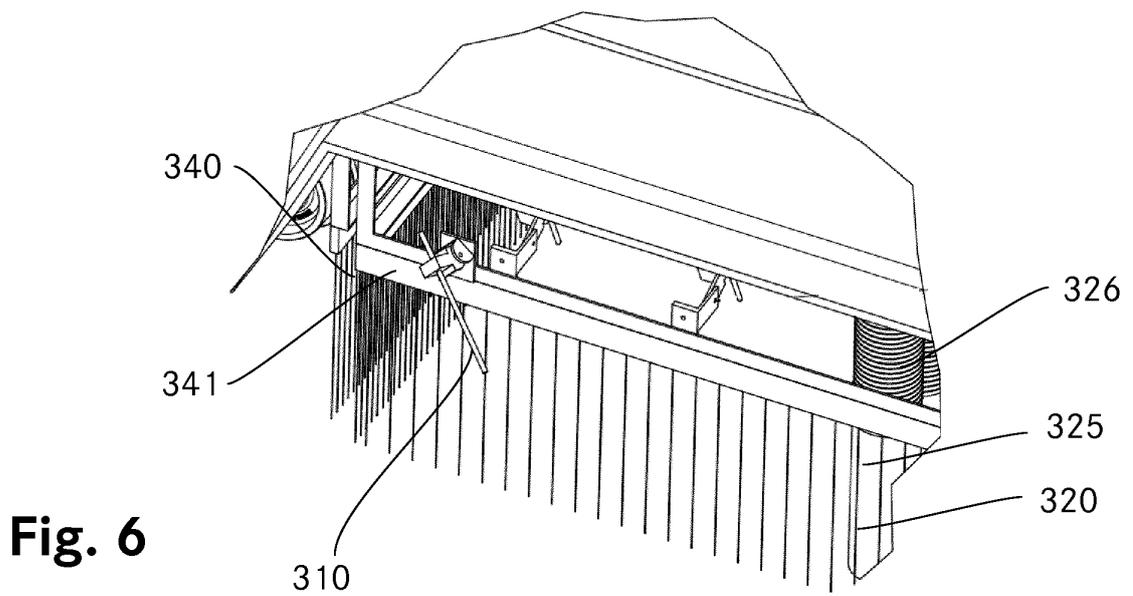
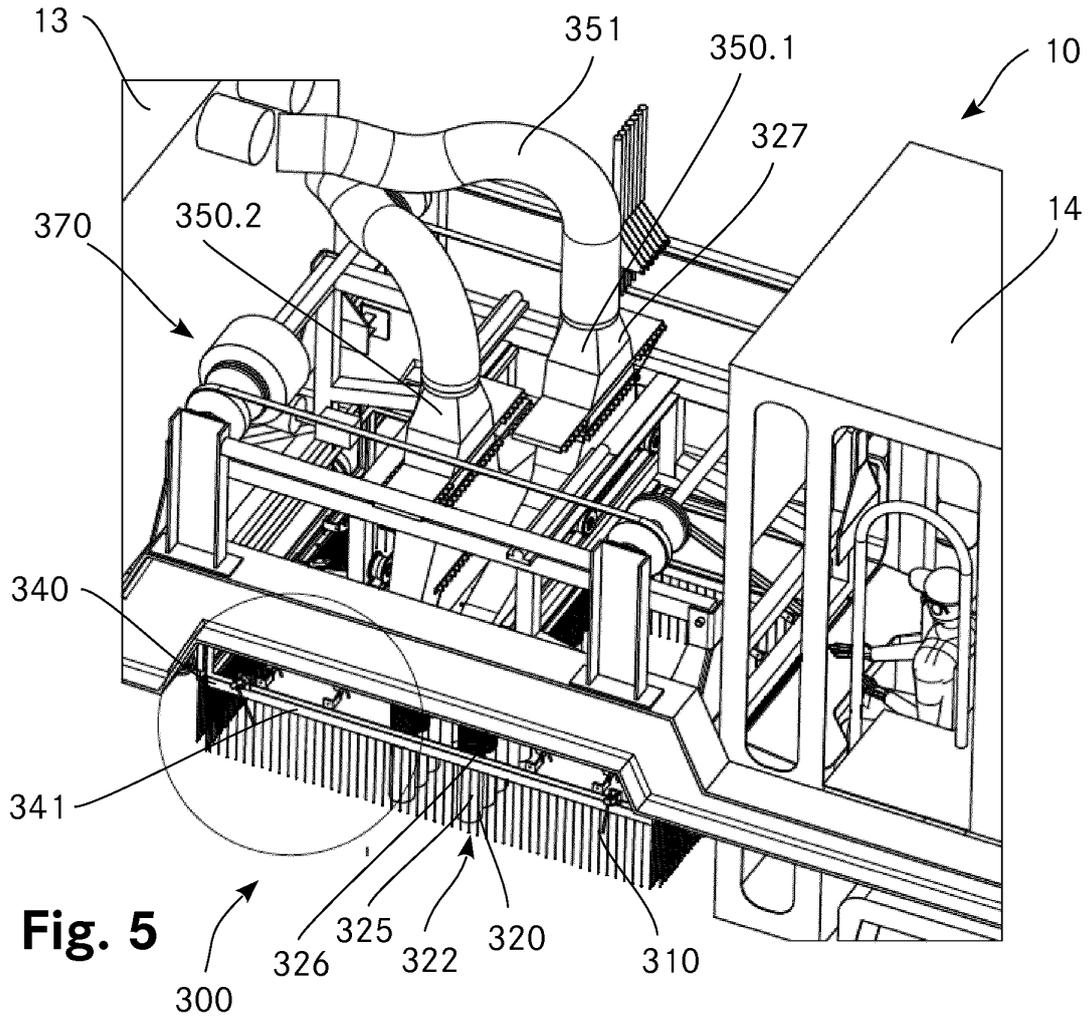
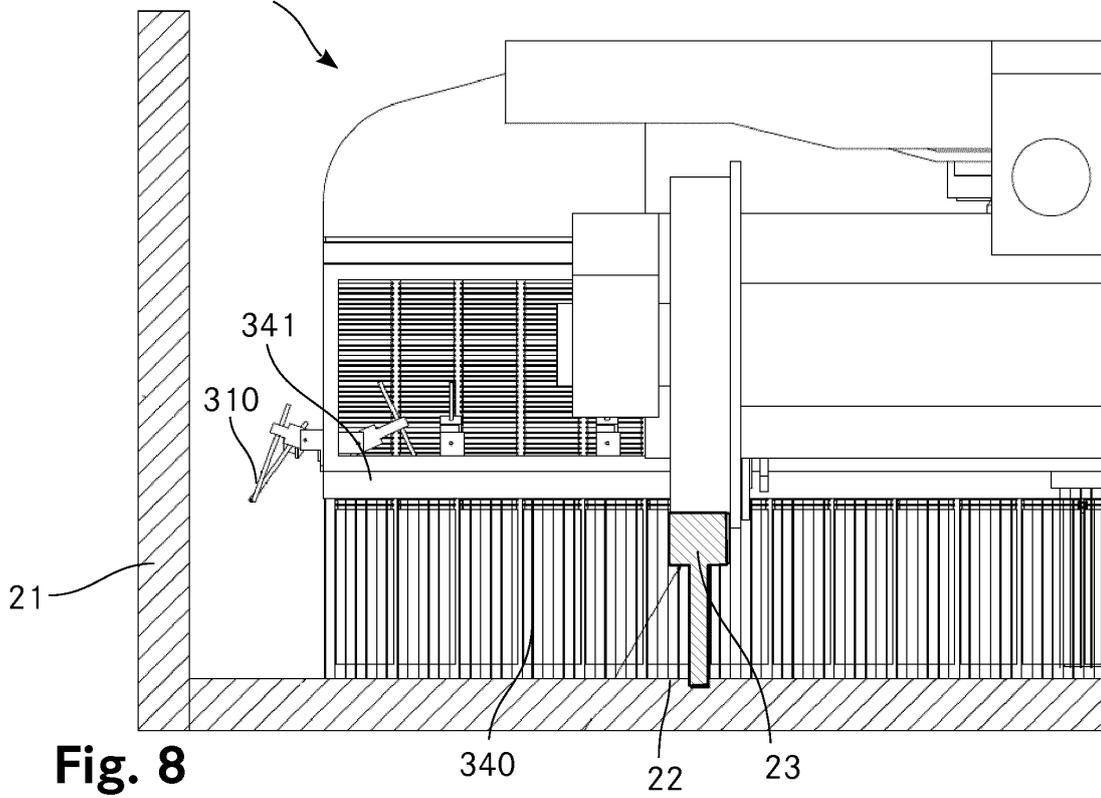
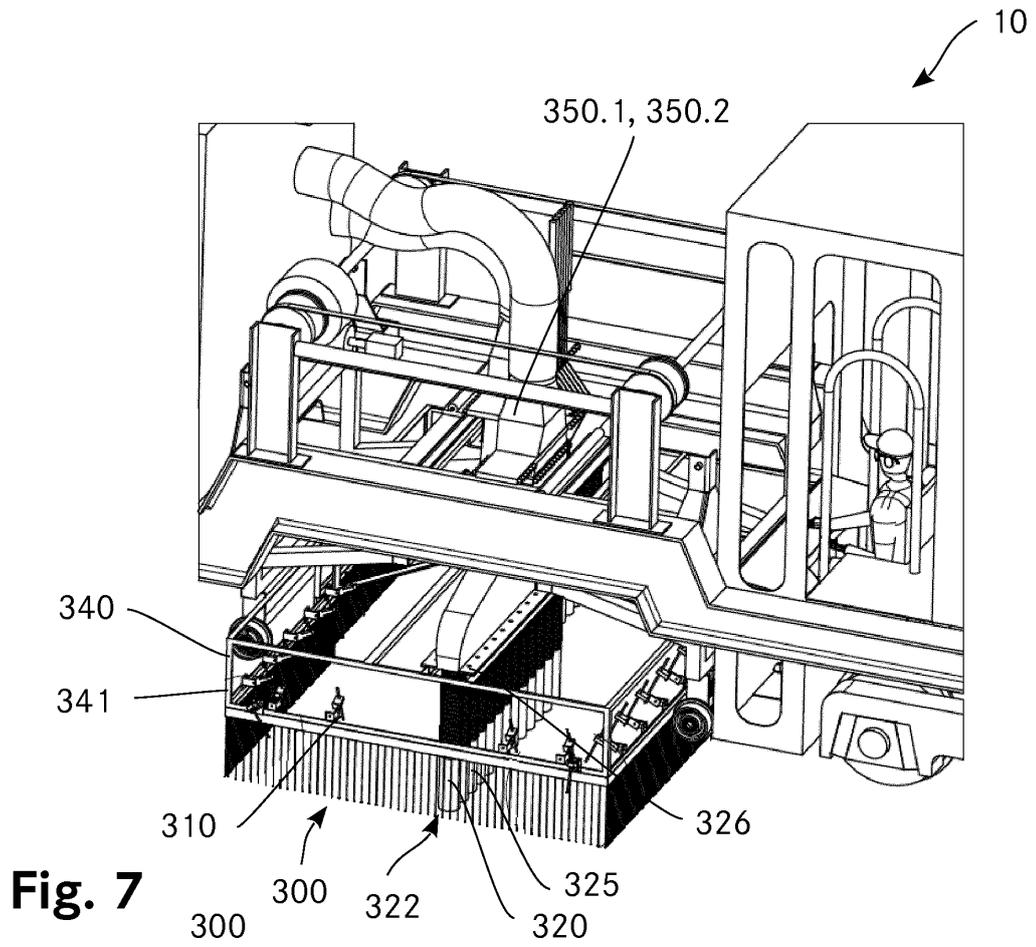


Fig. 2E







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

- EP 0887470 A1 [0008]
- EP 2635614 A2 [0009]