

(19)



(11)

EP 3 822 024 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.05.2021 Patentblatt 2021/20

(51) Int Cl.:
B24C 1/00 (2006.01)
B24C 7/00 (2006.01)
B24C 5/02 (2006.01)
B01D 46/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19209465.4**

(22) Anmeldetag: **15.11.2019**

(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: **Egger, Robert**
5301 Eugendorf (AT)

(74) Vertreter: **Trinks, Ole**
Meissner Bolte Patentanwälte
Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Postfach 10 26 05
86016 Augsburg (DE)

(71) Anmelder: **Egger PowAir Cleaning GmbH**
5301 Eugendorf (AT)

(54) **VORRICHTUNG ZUR TROCKENEISBEHANDLUNG VON OBERFLÄCHEN SOWIE VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG VON OBERFLÄCHEN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur Trockeneisbehandlung von Oberflächen (12), wobei die Vorrichtung (1) eine Trockeneisquelle (2) zum Bereitstellen von Trockeneis, eine mit der Trockeneisquelle (2) strömungsmäßig verbundene Mischeinheit (3), und eine mit der Mischeinheit (3) strömungsmäßig verbundene Druckluftquelle (4) zum Bereitstellen von Druckluft für die Mischeinheit (3) aufweist. In der Mischeinheit (3) wird mit der bereitgestellten Druckluft und dem bereitgestellten

Trockeneis ein Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (14) generiert, welches zur Trockeneisbehandlung auf die zu behandelnde Oberfläche (12) applizierbar ist. Erfindungsgemäß ist insbesondere vorgesehen, dass der Druckluftquelle (4) eine Konditioniereinheit (5) zugeordnet ist zum insbesondere bedarfs- oder anwendungsweisen Konditionierung der der Mischeinheit (3) bereitgestellten Druckluft.

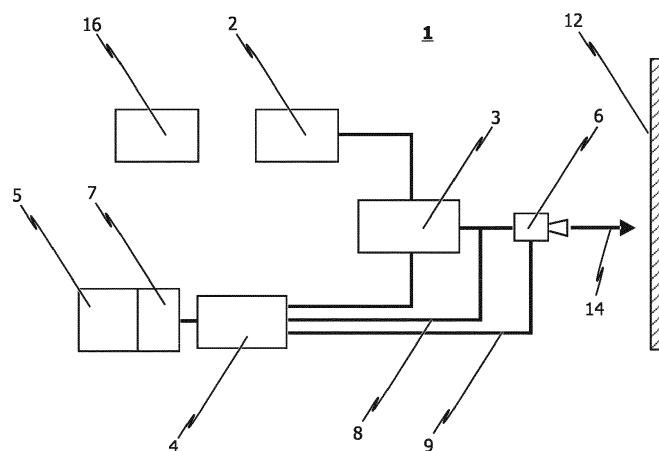


FIG. 2

EP 3 822 024 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Trockeneisbehandlung und insbesondere Trockeneisreinigung von Oberflächen sowie ein entsprechendes Verfahren.

[0002] Vorrichtungen zur Trockeneisreinigung von Oberflächen sind allgemein bekannt. Bei derartigen Vorrichtungen, die gelegentlich auch als Trockeneisstrahlanlagen bezeichnet werden, wird jeweils ein Trockeneisstrahl erzeugt, bei dem Trockeneispartikel, wie beispielsweise Trockeneis-Pellets, mittels Druckluft auf eine Geschwindigkeit von etwa 300 Meter pro Sekunde beschleunigt und auf die zu reinigende Oberfläche geschossen werden, wo sie einen punktuellen Thermoschock erzeugen. Der zu entfernende Belag, wie insbesondere Verunreinigungen, auf der zu reinigenden Oberfläche zieht sich dabei zusammen und die nachfolgenden Trockeneispartikel im Zusammenhang mit der darin enthaltenen kinetischen Energie bringt die Verunreinigung zum Abplatzen. Die Trockeneispartikel sublimieren beim Aufprall sofort und lassen eine trockene Oberfläche zurück.

[0003] Trockeneis wird aus flüssigem CO₂ hergestellt. In einem Pelletisierer wird flüssiges CO₂ unter kontrollierten Bedingungen entspannt. Bei diesem physikalischen Vorgang entsteht Trockeneisschnee. Dieser wird durch eine Extruderplatte zu runden, harten Pellets gepresst, welche längliche Körner von einem Durchmesser von 1,7 mm bis 3,0 mm aufweisen. Trockeneis hat eine Temperatur von ca. -79 °C.

[0004] Kohlendioxid (CO₂) ist ein geruchloses, nicht brennbares Gas, welches 1,5-mal schwerer ist als Luft. Normalerweise sind ca. 0,03 % CO₂ in der Erdatmosphäre enthalten. CO₂ fällt heute hauptsächlich als Nebenprodukt von verschiedenen chemischen Prozessen an und wird nach der Gewinnung in Tanks gelagert.

[0005] Trockeneisstrahlanlagen stellen eine moderne Alternative zu herkömmlichen industriellen Reinigungsmethoden dar. Einzigartig bei der Verwendung von Trockeneis als Strahlmittel ist, dass Trockeneispartikel im Augenblick des Auftreffens auf die zu reinigende Oberfläche in Gasform übergehen, also sublimieren. Das bedeutet, dass die Oberfläche nach ihrer Behandlung trocken und sauber, sowie ohne Reinigungs- oder Strahlmittelrückstände hinterlassen wird. Da es sich um einen völlig trockenen und stromlosen Prozess handelt, kann Trockeneisstrahlen in Bereichen angewandt werden, in denen andere Verfahren ausgeschlossen sind. So können beispielsweise Elektromotoren und technische Anlagen mit elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Komponenten gereinigt werden, ohne dass dazu zwingend eine Abschaltung oder Demontage erforderlich ist. Darüber hinaus eignet sich Trockeneisstrahlen für eine Vielzahl weiterer Anwendungen, wie zur Reinigung von Maschinen, Elektroinstallationen, beliebigen Oberflächen und Formen.

[0006] Beim Reinigen werden Trockeneispartikel mit-

tels Druckluft bis auf Schallgeschwindigkeit beschleunigt, bevor sie auf die zu behandelnde Oberfläche auftreffen. Zur Reinigungswirkung tragen die oben bereits genannten drei verschiedenen Umstände bei: zum ersten wird der Belag beim Auftreffen der Trockeneispartikel mit Schallgeschwindigkeit gelöst und birst auseinander - kinetischer Effekt.

[0007] Zum anderen macht die niedrige Temperatur der Trockeneispartikel den Belag spröde, führt zu Rissbildung und trägt zu dessen Loslösen bei, da die Bindung zwischen Belag und der darunterliegenden Fläche herabgesetzt wird. Damit gelangt Trockeneis auch unterhalb des Belags - thermischer Effekt.

[0008] Zum dritten dringt das Trockeneis durch den Belag und verdampft augenblicklich, was eine ca. 700- bis 1.000-fache Volumenausweitung mit sich bringt. Durch diese explosive Reaktion wird der Belag von der Oberfläche abgehoben - Sublimationseffekt/Explosionswirkung. Eine feuchte Schicht, wie zum Beispiel Öl oder Fett, wird - ähnlich wie beim Hochdruckreinigen - von dem Luftstrom weg befördert. Im Unterschied zum Hochdruckreinigen wird die gereinigte Oberfläche jedoch trocken und sauber hinterlassen.

[0009] Da Trockeneis beim Auftreffen auf die zu behandelnde Oberfläche sofort verdampft und somit kein Abfallprodukt hinterlässt, muss im Anschluss an das Trockeneisstrahlen nur die abgetragene Schicht entsorgt werden. Diese lässt sich zumeist am Boden unterhalb des behandelten Gegenstands zusammenfegen oder mit Hilfe eines Staubsaugers entfernen.

[0010] Trockeneisstrahlen kann als Alternative zur Hochdruckreinigung und anderen herkömmlichen Strahlmethoden, die sich diverser Strahlmittel, wie Sand, Wasser, Glas oder Plastgranulat, bedienen, angesehen werden. Es eignet sich hervorragend zum Entfernen von Leim, Lack, Öl, Fett, Kohlenstaub, Ruß, Gleitmittel und Bitumen.

[0011] Beim Trockeneisstrahlen werden keinerlei gesundheitsgefährdende Chemikalien oder Lösungsmittel eingesetzt. Das Bedienpersonal ist daher während des Reinigens keinen Dämpfen oder Ähnlichem ausgesetzt. Auch fallen keine Entsorgungskosten für derartige Chemikalien an.

[0012] Auch wenn Trockeneisstrahlen im Vergleich zur Hochdruckreinigung und anderen herkömmlichen Strahlmethoden, die sich diverser Strahlmittel bedienen, material- und oberflächenschonend ist, sind mit herkömmlichen Trockeneisstrahlanlagen die Anwendungsgebiete und Anwendungsbereiche der Trockeneisstrahltechnik deutlich begrenzt. Insbesondere sind derzeit bekannte Trockeneisstrahlanlagen nicht geeignet, um Oberflächen in sensiblen Bereichen zu reinigen bzw. zu behandeln. Sensible Bereiche sind in diesem Zusammenhang insbesondere Bereiche, die in Reinräumen liegen, oder Bereiche von beispielsweise Gasturbinen. Eine Gasturbine umfasst eine oder mehrere Verdichterstufen, welche die Umgebungsluft verdichten, eine Brennkammer, die Kraftstoff zusammen mit der komprimierten

Luft verbrennen, sowie eine oder mehrere Turbinenstufen zur Versorgung der Verdichter. Die sich ausdehnenden Verbrennungsgase treiben dabei die Turbine an und resultieren in einem Schub zum Vortrieb.

[0013] Strahltriebwerke besitzen in der Regel einen Turbofan, der stromaufwärts vor den Kompressorstufen angeordnet ist und im Durchmesser wesentlich größer ist als die Kompressorstufen. Der Turbofan wird ebenfalls durch die Turbinenstufen angetrieben und lässt einen erheblichen Teil der das Triebwerk insgesamt durchströmenden Luft als sogenannten Nebenluftstrom an den Kompressorstufen, der Brennkammer und den Turbinenstufen vorbeiströmen. Durch diesen Nebenluftstrom kann der Wirkungsgrad eines Triebwerks erheblich gesteigert und der Lärmpegel reduziert werden.

[0014] Zusätzlich hierzu zeigen herkömmliche Trockeneisstrahlanlagen Grenzen bei der Behandlung von Textilien, oder anderen offenporigen Gegenständen, Plexiglas, hochglanzpoliertes Aluminium und insbesondere Keramik, Keramikwaben aus 3D-Produktion, Platinen und Leiterplatten.

[0015] Der Erfindung liegt die Problemstellung zu Grunde, dass bei der Reinigung von derartigen Strahltriebwerken oder bei der Reinigung von entsprechenden Gasturbinentriebwerken Sorge zu tragen ist, dass sich bei dem angewandten Reinigungsverfahren keinerlei Rückstände in der zu reinigenden Turbine ablagern.

[0016] Gleiches gilt im übertragenen Sinnen auch bei der Anwendung eines Reinigungsverfahrens in einem Reinraum, bei Oberflächen, die in der Lebensmitteltechnologie oder in der Pharmazie zum Einsatz kommen. Ein ähnliches Problem einer möglichst vollständigen rückstandslosen Reinigung existiert in Pharmaziebereichen. Gleiches gilt auch beispielsweise bei Anlagen, die zur Herstellung von Halbleiter- oder anderen Elektronikbauteilen zum Einsatz kommen.

[0017] Demnach liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung zur Trockeneisbehandlung und insbesondere Trockeneisreinigung von Oberflächen anzugeben, wobei unter Vermeidung der genannten Nachteile der herkömmlichen Trockeneisstrahlanlagen eine breitere Anwendung möglich ist.

[0018] Insbesondere liegt somit der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Trockeneisbehandlung und insbesondere Trockeneisreinigung von Oberflächen anzugeben, wobei keinerlei Rückstände nach der Reinigung bzw. Behandlung der entsprechenden Oberfläche verbleiben, sodass die Reinigungs- bzw. Behandlungstherapie auch für sensible Bauteile, insbesondere für Bauteile in Reinraum-Umgebungen einsetzbar ist.

[0019] Im Hinblick auf die Vorrichtung wird die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe durch den Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst, wobei vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung in den entsprechenden abhängigen Ansprüchen angegeben sind. Im Hinblick auf das Verfahren wird die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe durch den

Gegenstand des nebengeordneten Patentanspruchs 14 gelöst.

[0020] Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zu Grunde, dass die zum Bereitstellen der für das Reinigungsverfahren benötigte Druckluft verwendete Umgebungsluft Fremdpartikel in Form von beispielsweise Aerosolen, Pollen, Insekten, Kohlenwasserstoffen von brennkraftbetriebenen Fahrzeugen und aus der Industrie sowie Salze in Meeresnähe enthält. Bei herkömmlichen Trockeneisstrahlanlagen wird die Umgebungsluft mit diesen Partikeln als Druckluft komprimiert und im weiteren Trockeneis Behandlungsverfahren verwendet.

[0021] Die in der Umgebungsluft enthaltenen Fremdstoffe (beispielsweise Aerosole, Pollen, Insekten, Kohlenwasserstoffe, Salze, etc.) werden in der Druckluft aufkonzentriert und mit den Trockeneispartikeln auf die zu behandelnde/zu reinigende Oberfläche appliziert. Dabei folgen die Fremdstoffpartikel dem Weg der verdichteten Luft (Druckluft) bzw. dem Weg des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches und setzen sich auf den verschiedenen Oberflächen/Bauelementen in dem zu behandelnden/zu reinigenden Bereich ab. Diese Verschmutzung führt beispielsweise zu einer Veränderung der Eigenschaften des Grenzschichtluftstroms beispielsweise der Verdichterbauteile bei Triebwerken. Außerdem führt die Verschmutzung eines Strahltriebwerks zu einer Verringerung des Wirkungsgrads und damit zu einem erhöhten Treibstoffverbrauch sowie zu einer erhöhten Belastung der Umwelt.

[0022] Bei der Anwendung der Trockeneisstrahltechnologie in Reinräumen oder in Räumen, die zur Lebensmittelverarbeitung oder zur Herstellung/Bearbeitung von Pharmazeutika dienen, ist somit bislang ausgeschlossen.

[0023] Demnach betrifft die Erfindung insbesondere eine Vorrichtung zur Trockeneisbehandlung und insbesondere zur Trockeneisreinigung von Oberflächen, wobei die Vorrichtung eine Trockeneisquelle zum Bereitstellen von Trockeneis insbesondere in Gestalt von Trockeneispartikeln (Granulat oder Pellets), eine mit der Trockeneisquelle strömungsmäßig verbundene oder verbindbare Mischeinheit und eine mit der Mischeinheit strömungsmäßig verbundene oder verbindbare Druckluftquelle zum Bereitstellen von Druckluft für die Mischeinheit aufweist. In der Mischeinheit wird mit der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft und dem von der Trockeneisquelle bereitgestellten Trockeneis ein Trockeneispartikel-Druckluftgemisch generiert, welches zur Trockeneisbehandlung und insbesondere zur Trockeneisreinigung auf die zu behandelnde Oberfläche applizierbar ist.

[0024] Um zu erreichen, dass die Trockeneistechnik auch in sensiblen Bereichen, insbesondere Reinräumen oder in Lebensmittel- bzw. Pharmaziebereichen einsetzbar ist, ist erfindungsgemäß der Druckluftquelle eine Konditionierungseinheit zugeordnet zum insbesondere bedarfs- oder anwendungsweisen Konditionierung der, der Mischeinheit bereitgestellten Druckluft, und zwar ins-

besondere im Hinblick auf die Größe und Konzentration von noch in der bereitgestellten Druckluft enthaltenen Feststoffteilchen, im Hinblick auf den Drucktaupunkt und/oder den Feuchtegehalt der bereitgestellten Druckluft und/oder im Hinblick auf eine Restmenge von Öl-Aerosolen und Kohlenwasserstoffen, die noch in der bereitgestellten Druckluft enthalten sein dürfen.

[0025] Um den Grad der Aufbereitung der von der Druckluftquelle bereitzustellenden Druckluft einstellen zu können, weist die Konditioniereinheit vorzugsweise eine Vielzahl unterschiedliche und insbesondere über eine manuelle Eingabeeinrichtung auswählbare Betriebszustände auf. Gemäß Realisierungen der erfindungsgemäßen Lösung ist dabei die Konditioniereinrichtung insbesondere wahlweise in mindestens einem der nachfolgenden Betriebszustände betreibbar:

- in einem ersten Betriebszustand, in welchem die von der Druckluftquelle bereitgestellte Druckluft noch Feststoffteilchen mit einer Größe größer 5 µm nach ISO 8573-1:2010 enthalten darf, oder
- in einem zweiten Betriebszustand, in welchem die von der Druckluftquelle bereitgestellte Druckluft noch Feststoffteilchen mit einer Größe bis maximal 5 µm nach ISO 8573-1:2010 enthalten darf.

[0026] Der zweite Betriebszustand der Konditioniereinrichtung wird dabei insbesondere dann ausgewählt, wenn der Grad der Reinheit der von der Druckluftquelle bereitzustellende Druckluft besonders hoch sein muss, um wirksam verhindern zu können, dass im Rahmen der Trockeneisbehandlung Fremdstoffe in den Bereich gelangen, in welchem die Trockeneistechnik angewandt wird.

[0027] Vorzugsweise ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass die Konditioniereinrichtung eine Filtereinrichtung aufweist, wobei die Filtereinrichtung mindestens einen Vorfilter und mindestens einen Nachfilter aufweist, wobei - abhängig von einem ausgewählten Betriebszustand der Konditioniereinrichtung - wahl- oder bedarfsweise zumindest der mindestens einen Nachfilter zur Druckluftaufbereitung zu- oder abschaltbar ist.

[0028] Hierbei handelt es sich um eine besonders einfach zu realisierende Lösung, um die Vorrichtung für unterschiedliche Anwendungsbereiche umschalten und betreiben zu können. Selbstverständlich kommen aber auch andere Lösungen in Frage.

[0029] Gemäß Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Konditioniereinheit insbesondere wahlweise in mindestens einer der nachfolgenden Reinheitsklassen betreibbar:

- in der Reinheitsklasse 01 nach ISO 8573-1:2010, in welcher die von der Druckluftquelle bereitgestellte Druckluft pro m³ bereitgestellter Druckluft maximal 20.000 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 0,1 µm und maximal 0,5 µm, maximal 400 Teilchen mit

einer Teilchengröße größer 0,5 µm und maximal 1,0 µm und maximal 10 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 10 µm und maximal 5,0 µm aufweist;

- 5 • in der Reinheitsklasse 02 nach ISO 8573-1:2010, in welcher die von der Druckluftquelle bereitgestellte Druckluft pro m³ bereitgestellter Druckluft maximal 400.000 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 0,1 µm und maximal 0,5 µm, maximal 6.000 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 0,5 µm und maximal 1,0 µm und maximal 100 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 1,0 µm und maximal 5,0 µm aufweist; und/oder
- 10 • in der Reinheitsklasse 03 nach ISO 8573-1:2010, in welcher die von der Druckluftquelle bereitgestellte Druckluft pro m³ bereitgestellter Druckluft maximal 90.000 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 0,5 µm und maximal 1,0 µm und maximal 1.000 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 1,0 µm und maximal 5,0 µm aufweist.

[0030] Indem die Konditioniereinheit in den oben genannten Reinheitsklassen 01 bis 03 wahlweise betreibbar ist, ist es möglich, die Trockeneisbehandlung von Oberflächen in Bereichen auszuwählen, bei denen die entsprechenden Reinheitsklassen einzuhalten sind. Hierzu ist insbesondere kein aufwendiges nach oder umrüsten der Vorrichtung notwendig. Demnach ist das Anwendungsgebiet der Trockeneistechnik bei dieser Weiterbildung noch weiter vergrößert.

[0031] Alternativ oder zusätzlich hierzu ist die Konditioniereinheit ausgebildet, insbesondere wahlweise den Drucktaupunkt der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft einzustellen, um so das Eindringen von Feuchtigkeit in den Bereich, wo die Trockeneistechnik angewandt wird, zu verhindern oder zumindest zu reduzieren.

[0032] Zum Einstellen eines Drucktaupunkts der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft weist die Konditioniereinheit mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Wasserabscheider, mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren warmregenerierenden Absorptionstrockner, mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Kältetrockner, und/oder mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Membrantrockner insbesondere mit integriertem Nanofilter auf.

[0033] Mit dieser Realisierung ist die Konditioniereinheit insbesondere wahlweise in mindestens einer der nachfolgenden Feuchtigkeits-Reinheitsklassen betreibbar:

- 55 • in einer ersten Feuchtigkeits-Reinheitsklasse, in welcher der Drucktaupunkt der von Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft bei mindestens -70 °C liegt;

- in einer zweiten Feuchtigkeits-Reinheitsklasse, in welcher der Drucktaupunkt der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft bei mindestens -40 °C liegt; und/oder
- in einer dritten Feuchtigkeits-Reinheitsklasse, in welcher der Drucktaupunkt der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft bei mindestens -20 °C liegt.

[0034] Alternativ oder zusätzlich hierzu ist gemäß Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorgesehen, dass die Konditioniereinheit und/oder Druckluftquelle ausgebildet sind/ist, insbesondere wahlweise im Hinblick auf eine Gesamtkonzentration von Öl-Aerosolen und Kohlenwasserstoffen eine Reinheit der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft einzustellen.

[0035] Um dies in einer besonders einfach zu realisierenden Weise umzusetzen, ist gemäß Weiterbildungen der zuletzt genannten Ausführungsform vorgesehen, dass die Druckluftquelle eine ölgeschmierte, verdichtende Kompressoreinheit und eine ölfrei verdichtende Kompressoreinheit aufweist, wobei abhängig von einer ausgewählten Reinheit der von der Druckluftquelle bereitzustellenden Druckluft zur Verdichtung von Ansaugluft wahlweise die ölgeschmierte, verdichtende Kompressoreinheit oder die ölfrei verdichtende Kompressoreinheit angesteuert wird.

[0036] Insgesamt ist es in diesem Zusammenhang von Vorteil, wenn zum Einstellen einer Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheit der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft die Konditioniereinheit insbesondere wahlweise in mindestens einer der nachfolgenden Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheitsklassen betreibbar ist:

- in einer ersten Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheitsklasse, in welcher in der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft maximal 0,01 mg Öl je m³ vorliegt;
- in einer zweiten Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheitsklasse, in welcher in der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft maximal 0,1 mg Öl je m³ vorliegt; und/oder
- in einer dritten Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheitsklasse, in welcher in der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft maximal 1,0 mg Öl je m³ vorliegt.

[0037] Alternativ oder zusätzlich hierzu ist es denkbar, dass zum Einstellen einer Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheit der von der Druckluftquelle bereitgestellten Druckluft die Konditioniereinheit mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Koalenzfilter und/oder mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Aktivkohlefilter aufweist.

[0038] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Vorrichtung eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung aufweist zum Steuern und/oder Regeln der Druckluftquelle und/oder, der der Druckluftquelle zugeordneten Konditioniereinheit derart, dass im Hinblick auf den Reinheitsgrad die von der Druckluftquelle bereitgestellte Druckluft einem vorab festgelegten oder festlegbaren Reinheitsgrad entspricht.

[0039] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Behandlung von Oberflächen insbesondere zur Reinigung und/oder Veredelung von Oberflächen, wobei hierzu vorzugsweise die zuvor diskutierte erfindungsgemäße Vorrichtung verwendet wird, und wobei das Verfahren den Verfahrensschritt des Bereitstellens von Trockeneis insbesondere in Gestalt von Trockeneispartikeln, den Verfahrensschritt des Bereitstellens von Druckluft, den Verfahrensschritt des Herstellens eines Trockeneispartikel-Druckluftgemisches aus dem bereitgestellten Trockeneis und der bereitgestellten Druckluft, und den Verfahrensschritt des Applizierens des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches auf die zu behandelnde Oberfläche aufweist.

[0040] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist insbesondere vorgesehen, dass die zum Herstellen des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches bereitgestellte Druckluft konditioniert wird, und zwar insbesondere bedarfs- oder anwendungsspezifisch und insbesondere im Hinblick auf die Größe und Konzentration von noch in der bereitgestellten Druckluft enthaltenen Feststoffteilchen, im Hinblick auf den Drucktaupunkt und/oder den Feuchtegehalt der bereitgestellten Druckluft und/oder im Hinblick auf eine Restmenge an Öl-Aerosolen und Kohlenwasserstoffen, die noch in der bereitgestellten Druckluft enthalten sein dürfen.

[0041] Nachfolgend wird eine exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand der Zeichnungen näher beschrieben.

[0042] Es zeigen:

40 FIG. 1a-c schematisch das erfindungsgemäße Verfahren zur Behandlung von Oberflächen, insbesondere zur Reinigung und/oder Veredelung von Oberflächen; und

45 FIG. 2 schematisch eine exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Behandlung von Oberflächen, insbesondere zur Reinigung und/oder Veredelung von Oberflächen.

50

[0043] Die in FIG. 2 schematisch gezeigte exemplarische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 weist eine Trockeneisquelle 2 zum Bereitstellen von Trockeneis insbesondere in Gestalt von Trockeneispartikeln, eine Druckluftquelle 4 sowie eine Mischeinheit 3 auf, wobei die Mischeinheit 3 strömungsmäßig mit der Trockeneisquelle 2 einerseits und der Druckluftquelle 4 andererseits verbunden ist und dazu dient, aus dem

von der Trockeneisquelle 2 bereitgestellten Trockeneis und der von der Druckluftquelle 4 bereitgestellten Druckluft ein Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 zu generieren.

[0044] Erfindungsgemäß kommt ferner eine Konditioniereinheit 5 zum Einsatz, mit welcher ein von der Mischeinheit 3 bereitgestelltes oder bereitzustellendes Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 an anwendungsspezifische Bedingungen vor dem Applizieren des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14 auf die zu behandelnde Oberfläche anpassbar ist.

[0045] Die in FIG. 2 schematisch gezeigte Trockeneisquelle 2 kann eine Vorrichtung 1 zum Erzeugen von festen CO₂-Teilchen aufweisen, wobei diese Vorrichtung 1 beispielsweise eine Schneekammer umfasst, die einen Einlass für CO₂ und einen Verdichter zum Verdichten von in der Schneekammer befindlichem CO₂-Schnee aufweist. In diesem Zusammenhang ist es denkbar, dass die Schneekammer auf einer Seite durch eine mit Öffnungen versehene Matrix abgeschlossen wird.

[0046] Alternativ hierzu ist es aber auch denkbar, dass die Trockeneisquelle 2 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 einen Vorratsbehälter zum Bevorraten von Trockeneispartikeln in Reiskorngröße, sogenannten CO₂-Pellets, aufweist.

[0047] Die Erzeugung der CO₂-Pellets erfolgt, indem flüssiges Kohlendioxid aus einem isolierten Tank, in welchem das Kohlendioxid bei einem Druck zwischen üblicherweise 12 und 22 bar gelagert wird, entnommen und über Düsen in eine Schneekammer auf Atmosphärendruck entspannt wird. Bei der Entspannung des flüssigen Kohlendioxids entsteht ein Gemisch aus CO₂-Schnee und kaltem CO₂-Gas. Die Gasphase wird von dem CO₂-Schnee abgetrennt und der CO₂-Schnee mittels eines Verdichters verdichtet. Hierzu wird beispielsweise ein Kolbenverdichter eingesetzt. Der entstehende Trockeneisblock wird anschließend durch eine Matrice gepresst, um feste CO₂-Stränge zu erzeugen, die dann mit einem geeigneten Brechwerkzeug zu Pellets von etwa Reiskorngröße gekürzt werden.

[0048] Die von der Trockeneisquelle 2 bereitgestellten Trockeneispartikel, wie beispielsweise Trockeneis pellets, werden in der Mischeinheit 3 in einen von der Druckluftquelle 4 bereitgestellten Druckluftstrom eindosiert und mit diesem zu einer Strahldüse gefördert. Der Druckluftstrom weist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 einen Druck zwischen 0,1 bar bis 24 bar auf, während die Trockeneispartikel (CO₂-Pellets) bei Atmosphärendruck vorliegen. Zum Eindosieren der Trockeneispartikel in den Luftdruckstrom kommt vorzugsweise eine Druckschleuse zum Einsatz, die in der schematischen Zeichnung gemäß FIG. 2 nicht dargestellt ist.

[0049] Beim Applizieren des in der Mischeinheit 3 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 generierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14 auf die zu behandelnde Oberfläche 12 werden die Trockeneispartikel in dem Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 mit Hilfe der von der Druckluftquelle 4 bereitgestellten Druckluft beschleunigt, und der Trockeneispartikel-Druckluftstrom wird - wie in FIG. 1a angedeutet - auf die zu reinigende bzw. zu behandelnde Oberfläche 12 gerichtet.

nigt, und der Trockeneispartikel-Druckluftstrom wird - wie in FIG. 1a angedeutet - auf die zu reinigende bzw. zu behandelnde Oberfläche 12 gerichtet.

[0050] Erfindungsgemäß ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass der Druckluftquelle 4 eine Konditioniereinheit 5 zugeordnet ist, um insbesondere bedarfs- oder anwendungsweise die der Mischeinheit 3 bereitgestellte Druckluft zu konditionieren, und zwar insbesondere im Hinblick auf die Größe und Konzentration von noch in der bereitgestellten Druckluft enthaltenen Feststoffteilchen, im Hinblick auf den Drucktaupunkt und/oder den Feuchtegehalt der bereitgestellten Druckluft und/oder im Hinblick auf eine Restmenge an Öl-Aerosolen und Kohlenwasserstoffen, die noch in der bereitgestellten Druckluft enthalten sein dürfen.

[0051] Zum Einstellen des Grades einer Aufbereitung der von der Druckluftquelle 4 bereitzustellenden Druckluft weist die Konditioniereinheit 5 eine Vielzahl unterschiedlicher und insbesondere über eine manuelle Eingabeeinrichtung auswählbare Betriebszustände auf.

[0052] In diesem Zusammenhang ist es denkbar, dass die Konditioniereinheit 5 insbesondere wahlweise in mindestens einem der nachfolgenden Betriebszustände betreibbar ist:

- in einem ersten Betriebszustand, in welchem die von der Druckluftquelle 4 bereitgestellte Druckluft noch Feststoffteilchen mit einer Größe größer 5 µm nach ISO 8573-1:2010 enthalten darf; oder
- in einem zweiten Betriebszustand, in welchem die von der Druckluftquelle 4 bereitgestellte Druckluft noch Feststoffteilchen mit einer Größe bis max. 5 µm nach ISO 8573-1:2010 enthalten darf.

[0053] Bei der in FIG. 2 gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 weist hierzu die Konditioniereinheit 5 eine Filtereinrichtung 7 mit einem Vorfilter und einem Nachfilter auf. Abhängig von einem ausgewählten Betriebszustand der Konditioniereinheit 5 ist dabei der mindestens eine Nachfilter zur Druckluftaufbereitung zu- oder abschaltbar.

[0054] Die Konditioniereinheit 5 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ist ferner ausgebildet, insbesondere wahlweise den Drucktaupunkt der von der Druckluftquelle 4 bereitgestellten Druckluft einzustellen.

[0055] Zu diesem Zweck ist bei der in FIG. 2 schematisch dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 vorgesehen, dass die Konditioniereinheit 5 mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Kältetrockner aufweist. An Stelle eines derartigen Kältetrockners ist es aber auch denkbar, dass ein Wasserabscheider, ein Absorptionstrockner und/oder ein Membrantrockner zum Einsatz kommt.

[0056] Um ferner im Hinblick auf eine Gesamtkonzentration von Öl-Aerosolen und Kohlenwasserstoffen eine Reinheit der von der Druckluftquelle 4 bereitgestellten

Druckluft einstellen zu können, ist die bereits erwähnte Filtereinrichtung 7 entsprechend ausgeführt.

[0057] Alternativ oder zusätzlich hierzu ist es aber auch denkbar, dass die Druckluftquelle 4 eine ölgeschmierte, verdichtende Kompressoreinheit und eine ölfrei verdichtende Kompressoreinheit aufweist, wobei abhängig von einer ausgewählten Reinheit der von der Druckluftquelle 4 bereitzustellenden Druckluft zur Verdichtung von Ansaugluft wahlweise die ölgeschmierte, verdichtende Kompressoreinheit oder die ölfrei verdichtende Kompressoreinheit angesteuert wird.

[0058] In FIG. 2 ist ferner angedeutet, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung 16 aufweist zum Steuern und/oder Regeln der Druckluftquelle 4 und/oder der, der Druckluftquelle 4 zugeordneten Konditioniereinheit 5 derart, dass im Hinblick auf den Reinheitsgrad die von der Druckluftquelle 4 bereitgestellte Druckluft einem vorab festgelegten oder festlegbaren Reinheitsgrad entspricht.

[0059] Die Druckluftquelle 4 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 dient nicht nur dazu, pro Zeiteinheit eine vorab festgelegte oder festlegbare Menge an Druckluft der Mischeinheit 3 zuzuführen, wobei die pro Zeiteinheit der Mischeinheit 3 zugeführte Menge an Druckluft insbesondere von einer pro Zeiteinheit der Mischeinheit 3 zugeführten Menge an Trockeneispartikeln abhängt, sondern auch dazu, pro Zeiteinheit eine vorab festgelegte oder festlegbare Menge an Druckluft als Zusatzdruckluft 8 dem von der Mischeinheit 3 generierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 zuzudosieren. Diese Zusatzdruckluft 8 dient insbesondere zum Variieren des Strahldrucks und/oder zur Einstellung einer Geschwindigkeit des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14.

[0060] Gemäß Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ist die Druckluftquelle 4 ferner ausgebildet, einer manuellen oder automatischen Sprühpistole 6, die zum Applizieren des konditionierten Trockeneispartikel-Druckluftgemisches 14 auf die zu behandelnde Oberfläche 12 dient, Formungsluft 9 zuzuführen, um beispielsweise einen Hüllstrom zu bilden, welcher das Trockeneispartikel-Druckluftgemisch 14 umhüllt und parallelisierend oder fokussierend wirkt.

[0061] Wie in FIG. 1b und FIG. 1c dargestellt findet mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine optimale Reinigung bzw. Behandlung der Oberfläche 12 statt, ohne dass mit der Druckluft Fremdstoffe auf die Oberfläche 12 auftreffen. Die niedrige Temperatur des sublimierten Trockeneises führt zur Rissbildung des Belages 13 auf der zu behandelnden Oberfläche 12 und damit zum Loslösen des Belages 13.

[0062] Darüber hinaus ist ein Sublimationsbereich 15 vorzugsweise in unmittelbarer Nähe der Oberfläche 12 gewählt, so dass diese aufgrund des Sublimationseffekts bzw. aufgrund der Explosionswirkung beim Sublimieren der Trockeneispartikel gereinigt wird.

[0063] Die Erfindung ist nicht auf die in den Zeichnungen gezeigte Ausführungsform beschränkt, sondern ergibt sich aus einer Zusammenschau sämtlicher hierin of-

fenbarter Merkmale.

Bezugszeichenliste

5 **[0064]**

- | | |
|-------|--|
| 1 | Vorrichtung zur Trockeneisbehandlung |
| 2 | Trockeneisquelle |
| 3 | Mischeinheit |
| 10 4 | Druckluftquelle |
| 5 | Konditioniereinheit |
| 6 | Sprühpistole |
| 7 | Filtereinrichtung |
| 8 | Zusatzdruckluft |
| 15 9 | Formungsluft |
| 11 | Trockeneispartikel-Druckluftgemisch |
| 12 | Oberfläche |
| 13 | zu entfernender Belag (Verunreinigung) |
| 14 | Trockeneispartikel-Druckluftgemisch |
| 20 15 | Sublimationsbereich |
| 16 | Steuer-/Regeleinrichtung |

Patentansprüche

- 25 1. Vorrichtung (1) zur Trockeneisbehandlung und insbesondere zur Trockeneisreinigung von Oberflächen, wobei die Vorrichtung (1) folgendes aufweist:
- 30 - eine Trockeneisquelle (2) zum Bereitstellen von Trockeneis insbesondere in Gestalt von Trockeneispartikeln;
- 35 - eine mit der Trockeneisquelle (2) strömungsmäßig verbundene oder verbindbare Mischeinheit (3); und
- 40 - eine mit der Mischeinheit (3) strömungsmäßig verbundene oder verbindbare Druckluftquelle (4) zum Bereitstellen von Druckluft für die Mischeinheit (3), in welcher mit der bereitgestellten Druckluft und dem bereitgestellten Trockeneis ein Trockeneispartikel-Druckluftgemisch (14) generiert wird, welches zur Trockeneisbehandlung und insbesondere zur Trockeneisreinigung auf die zu behandelnde Oberfläche (12) applizierbar ist,
- 45

wobei der Druckluftquelle (4) eine Konditioniereinheit (5) zugeordnet ist zum insbesondere bedarfs- oder anwendungsweisen Konditionierung der der Mischeinheit (3) bereitgestellten Druckluft, und zwar insbesondere im Hinblick auf die Größe und Konzentration von noch in der bereitgestellten Druckluft enthaltenen Feststoffteilchen, im Hinblick auf den Drucktaupunkt und/oder den Feuchtegehalt der bereitgestellten Druckluft und/oder im Hinblick auf eine Restmenge an Öl-Aerosolen und Kohlenwasserstoffen, die noch in der bereitgestellten Druckluft enthalten sein dürfen.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei zum Einstellen des Grades einer Aufbereitung der von der Druckluftquelle (4) bereitzustellenden Druckluft die Konditioniereinheit (5) eine Vielzahl unterschiedliche und insbesondere über eine manuelle Eingabeeinrichtung auswählbare Betriebszustände aufweist. 5
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Konditioniereinheit (5) insbesondere wahlweise in mindestens einem der nachfolgenden Betriebszustände betreibbar ist: 10
- in einem ersten Betriebszustand, in welchem die von der Druckluftquelle (4) bereitgestellte Druckluft noch Feststoffteilchen mit einer Größe größer 5 μm nach ISO 8573-1:2010 enthalten darf; oder 15
 - in einem zweiten Betriebszustand, in welchem die von der Druckluftquelle (4) bereitgestellte Druckluft noch Feststoffteilchen mit einer Größe bis maximal 5 μm nach ISO 8573-1:2010 enthalten darf. 20
4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 3, wobei die Konditioniereinheit (5) eine Filtereinrichtung (7) aufweist, wobei die Filtereinrichtung (7) mindestens einen Vorfilter und mindestens einen Nachfilter aufweist, wobei - abhängig von einem ausgewählten Betriebszustand der Konditioniereinheit (5) - wahl- oder bedarfsweise zumindest der mindestens einen Nachfilter zur Druckluftaufbereitung zu- oder abschaltbar ist. 25
5. Vorrichtung (1) nach einer der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Konditioniereinheit (5) insbesondere wahlweise in mindestens einer der nachfolgenden Reinheitsklassen betreibbar ist: 30
- in der Reinheitsklasse 01 nach ISO 8573-1:2010, in welcher die von der Druckluftquelle (4) bereitgestellte Druckluft pro m^3 bereitgestellter Druckluft maximal 20.000 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 0,1 μm und maximal 0,5 μm , maximal 400 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 0,5 μm und maximal 1,0 μm und maximal 10 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 10 μm und maximal 5,0 μm aufweist; 40
 - in der Reinheitsklasse 02 nach ISO 8573-1:2010, in welcher die von der Druckluftquelle (4) bereitgestellte Druckluft pro m^3 bereitgestellter Druckluft maximal 400.000 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 0,1 μm und maximal 0,5 μm , maximal 6.000 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 0,5 μm und maximal 1,0 μm und maximal 100 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 1,0 μm und maximal 5,0 μm aufweist; und/oder 45
- in der Reinheitsklasse 03 nach ISO 8573-1:2010, in welcher die von der Druckluftquelle (4) bereitgestellte Druckluft pro m^3 bereitgestellter Druckluft maximal 90.000 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 0,5 μm und maximal 1,0 μm und maximal 1000 Teilchen mit einer Teilchengröße größer 1,0 μm und maximal 5,0 μm aufweist. 50
6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Konditioniereinheit (5) ausgebildet ist, insbesondere wahlweise den Drucktaupunkt der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft einzustellen. 55
7. Vorrichtung (1) nach Anspruch 6, wobei zum Einstellen eines Drucktaupunktes der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft die Konditioniereinheit (5) mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Wasserabscheider, mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren warmregenerierenden Adsorptionstrockner, mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Kältetrockner, und/oder mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Membrantrockner insbesondere mit integriertem Nanofilter aufweist.
8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Konditioniereinheit (5) insbesondere wahlweise in mindestens einer der nachfolgenden Feuchtigkeits-Reinheitsklassen betreibbar ist:
- in einer ersten Feuchtigkeits-Reinheitsklasse, in welcher der Drucktaupunkt der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft bei mindestens -70 Grad Celsius liegt;
 - in einer zweiten Feuchtigkeits-Reinheitsklasse, in welcher der Drucktaupunkt der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft bei mindestens -40 Grad Celsius liegt; und/oder
 - in einer dritten Feuchtigkeits-Reinheitsklasse, in welcher der Drucktaupunkt der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft bei mindestens -20 Grad Celsius liegt.
9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Konditioniereinheit (5) und/oder Druckluftquelle (4) ausgebildet sind/ist, insbesondere wahlweise im Hinblick auf eine Gesamtkonzentration von Öl-Aerosolen und Kohlenwasserstoffen eine Reinheit der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft einzustellen.
10. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9, wobei die Druckluftquelle (4) eine ölgeschmierte,

verdichtende Kompressoreinheit und eine ölfrei verdichtende Kompressoreinheit aufweist, wobei abhängig von einer ausgewählten Reinheit der von der Druckluftquelle (4) bereitzustellenden Druckluft zur Verdichtung von Ansaugluft wahlweise die ölgeschmierte, verdichtende Kompressoreinheit oder die ölfrei verdichtende Kompressoreinheit angesteuert wird.

11. Vorrichtung (1) nach Anspruch 9 oder 10, wobei zum Einstellen einer Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheit der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft die Konditioniereinheit (5) insbesondere wahlweise in mindestens einer der nachfolgenden Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheitsklassen betreibbar ist:
 - in einer ersten Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheitsklasse, in welcher in der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft maximal 0,01 mg Öl je m³ vorliegt;
 - in einer zweiten Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheitsklasse, in welcher in der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft maximal 0,1 mg Öl je m³ vorliegt; und/oder
 - in einer dritten Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheitsklasse, in welcher in der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft maximal 1 mg Öl je m³ vorliegt.
12. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei zum Einstellen einer Öl-Gesamtkonzentrations-Reinheit der von der Druckluftquelle (4) bereitgestellten Druckluft die Konditioniereinheit (5) mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Koalenzfilter und/oder mindestens einen zur Druckluftaufbereitung wahlweise zu- oder abschaltbaren Aktivkohlefilter aufweist.
13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung (16) vorgesehen ist zum Steuern und/oder Regeln der Druckluftquelle (4) und/oder der der Druckluftquelle (4) zugeordneten Konditioniereinheit (5) derart, dass im Hinblick auf den Reinheitsgrad die von der Druckluftquelle (4) bereitgestellte Druckluft einem vorab festgelegten oder festlegbaren Reinheitsgrad entspricht.
14. Verfahren zur Behandlung von Oberflächen (12), insbesondere zur Reinigung und/oder Veredelung von Oberflächen (12), wobei hierzu vorzugsweise eine Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 verwendet wird, und wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- Bereitstellen von Druckluft;
- Herstellen eines Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (14) aus dem bereitgestellten Trockeneis und der bereitgestellten Druckluft; und
- Applizieren des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (14) auf die zu behandelnde Oberfläche (12),

wobei die zum Herstellen des Trockeneispartikel-Druckluftgemisches (14) bereitgestellte Druckluft konditioniert wird, und zwar insbesondere bedarfs- oder anwendungsspezifisch und insbesondere im Hinblick auf die Größe und Konzentration von noch in der bereitgestellten Druckluft enthaltenen Feststoffteilchen, im Hinblick auf den Drucktaupunkt und/oder den Feuchtegehalt der bereitgestellten Druckluft und/oder im Hinblick auf eine Restmenge an Öl-Aerosolen und Kohlenwasserstoffen, die noch in der bereitgestellten Druckluft enthalten sein dürfen.

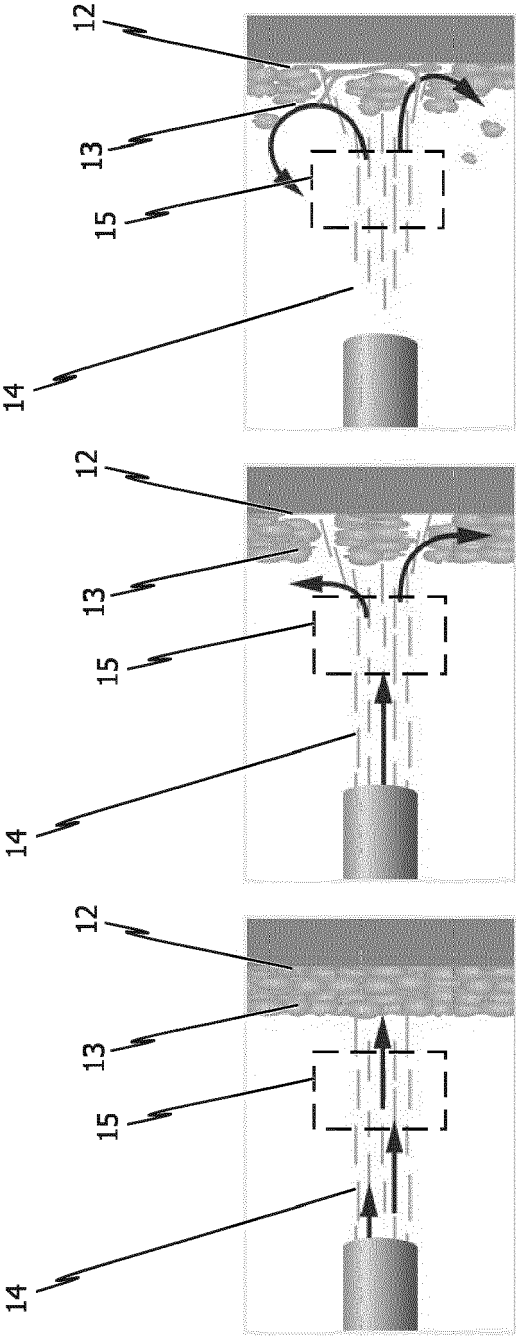


FIG. 1c

FIG. 1b

FIG. 1a

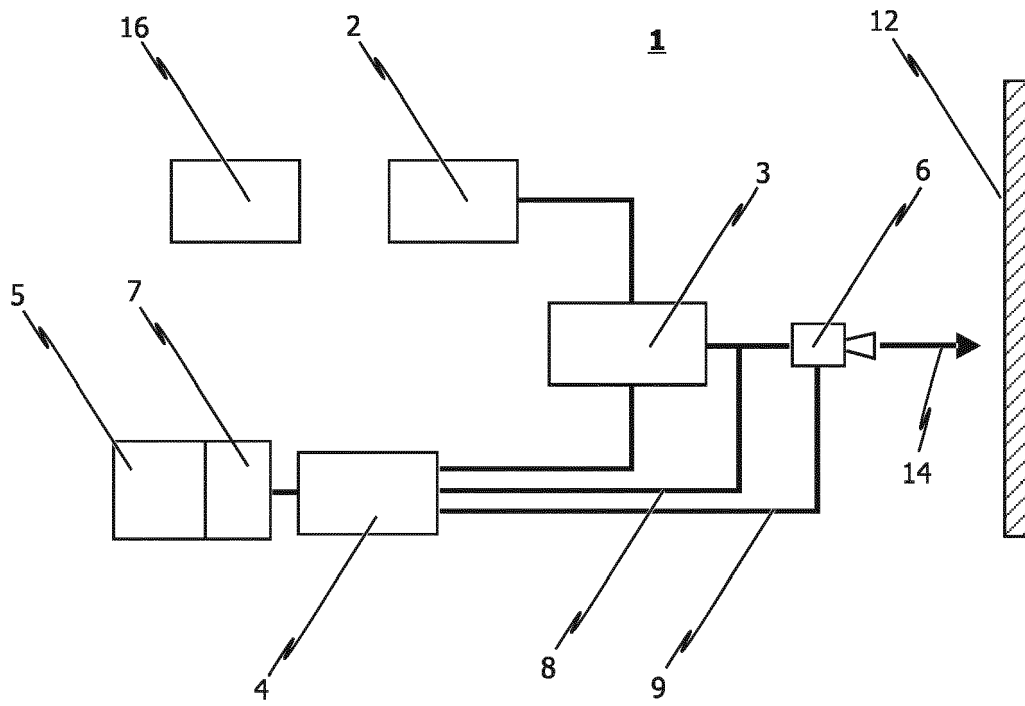


FIG. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 20 9465

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	DE 20 2005 018952 U1 (KIM BETTINA [DE]; NIEDERREITER GERALD [DE]) 12. April 2007 (2007-04-12)	1,3,5,14	INV. B24C1/00 B24C5/02 B24C7/00 B01D46/00
A	* Absätze [0001], [0020], [0027], [0030], [0032], [0033]; Abbildungen 1,2 *	6-8,11	
X	DE 10 2010 064406 A1 (IPAL GES FUER PATENTVERWERTUNG BERLIN MBH [DE]) 5. Juli 2012 (2012-07-05)	1,2,6,9	
A	* Absätze [0001], [0022], [0027], [0035], [0037], [0038]; Abbildung 1 *	6-8	
A	US 9 446 500 B2 (MILLER PAUL L [US]; G D O INC [US]) 20. September 2016 (2016-09-20) * Spalte 13, Zeile 10 - Spalte 14, Zeile 22 *	6-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B24C B08B B01D F24F
A	WO 2015/079409 A1 (ATLAS COPCO AIRPOWER NV [BE]) 4. Juni 2015 (2015-06-04) * das ganze Dokument *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. März 2020	Prüfer Beltzung, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : 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 20 9465

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.

09-03-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202005018952 U1	12-04-2007	KEINE	
DE 102010064406 A1	05-07-2012	DE 102010064406 A1	05-07-2012
		EP 2658678 A1	06-11-2013
		WO 2012089359 A1	05-07-2012
US 9446500 B2	20-09-2016	US 2014087637 A1	27-03-2014
		US 2014094093 A1	03-04-2014
		US 2017157743 A1	08-06-2017
		WO 2014052397 A1	03-04-2014
		WO 2014052407 A1	03-04-2014
WO 2015079409 A1	04-06-2015	AU 2014356046 A1	07-07-2016
		AU 2014356061 A1	07-07-2016
		CA 2931608 A1	04-06-2015
		CA 2931811 A1	04-06-2015
		CN 104667628 A	03-06-2015
		CN 105916563 A	31-08-2016
		CN 204865249 U	16-12-2015
		EP 3074108 A1	05-10-2016
		EP 3074109 A1	05-10-2016
		KR 20160102203 A	29-08-2016
		KR 20160105791 A	07-09-2016
		NZ 721499 A	23-03-2018
		NZ 721502 A	23-03-2018
		PH 12016500992 A1	18-07-2016
		PH 12016500995 A1	18-07-2016
		RU 2016125328 A	09-01-2018
		RU 2016125329 A	09-01-2018
		SI 3074108 T1	31-07-2019
		US 2015182878 A1	02-07-2015
		US 2016263509 A1	15-09-2016
		US 2016296856 A1	13-10-2016
		WO 2015079394 A1	04-06-2015
		WO 2015079409 A1	04-06-2015

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