

(19)



(11)

EP 2 694 249 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.07.2016 Patentblatt 2016/27

(51) Int Cl.:
B24C 1/00 ^(2006.01) **B24C 7/00** ^(2006.01)
B24C 11/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12709533.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/001105

(22) Anmeldetag: **12.03.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/123098 (20.09.2012 Gazette 2012/38)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES STRAHLMITTELS, VERFAHREN ZUM STRAHLEN, STRAHLMITTEL, VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES STRAHLMITTELS, VORRICHTUNG ZUM STRAHLEN**

METHOD FOR THE PREPARATION OF A BLASTING MEDIA, METHOD OF BLASTING, BLASTING MEDIA, DEVICES FOR THE PREPARATION OF A BLASTING MEDIA, DEVICE FOR BLASTING
PROCÉDÉ DE PREPARATION D'UN AGENT DE GRENAILLAGE, PROCÉDÉ DE GRENAILLAGE, AGENT DE GRENAILLAGE, DISPOSITIF POUR LA PREPARATION D'UN AGENT DE GRENAILLAGE ET DISPOSITIF POUR LE GRENAILLAGE

(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

(30) Priorität: **14.03.2011 DE 102011014233**
01.07.2011 DE 102011106091
01.12.2011 DE 102011119826

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.02.2014 Patentblatt 2014/07

(73) Patentinhaber: **Von der Ohe, Jürgen**
06120 Halle/Saale (DE)

(72) Erfinder: **Von der Ohe, Jürgen**
06120 Halle/Saale (DE)

(74) Vertreter: **Mauchnik, Jens**
Ranstädter Steinweg 28
04109 Leipzig (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 010 012 DE-A1-102010 020 619
GB-A- 2 145 643 US-A1- 2008 176 487

EP 2 694 249 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

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Strahlmittels nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, ein Verfahren zum Strahlen nach dem Oberbegriff von Anspruch 9, ein Strahlmittel nach dem Oberbegriff von Anspruch 11, eine Vorrichtung zur Herstellung eines Strahlmittels nach dem Oberbegriff von Anspruch 12 und eine Vorrichtung zum Strahlen nach dem Oberbegriff von Anspruch 14.

[0002] Es sind verschiedene Verfahren zum Strahlen von Körpern, Oberflächen, Innenräumen und dgl. bekannt. Diese Verfahren werden mit unterschiedlichen Strahlmitteln vor allem zur Reinigung von verunreinigten Oberflächen eingesetzt. Als Strahlmittel finden dabei neben Hochdruckwasser auch Glasperlen, Schlacke, Sande oder Salze in einem Strahlmittel, wie Wasser oder Druckluft Anwendung. Nachteilig ist bei diesen Reinigungstechnologien, dass sich die Rückstände in der Umgebung und in der zu reinigenden Anlage ablagern. Dies hat zur Folge, dass die zu reinigenden Bauteile ausgebaut und in entsprechenden Werkstätten gereinigt werden müssen.

Größere Bedeutung hat daher in letzter Zeit das Kaltstrahlen gewonnen. Dabei werden CO₂-Pellets, CO₂-Schnee oder allgemein CO₁-Partikel und Druckluft als Energieträger eingesetzt. Nachteilig beim Reinigen mit CO₂ als Strahlmittel ist es allerdings, dass keine oder nur eine geringe abrasive Wirkung zu verzeichnen ist. Diese geringe Abrasivität schränkt aber den Einsatzbereich für diese Reinigungstechnologie ein.

[0003] Aus WO 2003 101667 A1 ist bekannt CO₂-Pellets als festes Strahlmittel zur Reinigung von Oberflächen eingesetzt. Die CO₂-Pellets wirken als weiches, nicht sehr abrasives Strahlmittel, wodurch keine Beschädigung der zu reinigenden Oberfläche erfolgt. Durch die Temperatur von ca. -78°C der CO₂-Pellets wird zwischen Verunreinigung und zu reinigendem Bauteil eine Thermospannung hervorgerufen, die zum Ablösen der Verunreinigung führt (kryogener Effekt).

[0004] In der DE 102 59 132 B4 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem CO₂ als Kernstrahl und Stickstoff als Hüllstrahl eingesetzt wird. Nachteilig sind die hohen Drücke und der hohe Verbrauch an Gas.

[0005] In der JP 601 45 905 A wird ein Verfahren beschrieben, bei dem das Trockeneis (CO₂-Partikel) durch Zugabe von Wasser in den beim Entspannen von flüssigem CO₂ entstehenden CO₂-Schnee eine höhere Härte besitzen soll.

[0006] Die DE 35 05 675 A1 beschreibt ein Verfahren zum Abtragen von Oberflächen, bei dem Wassereis (Wasser-Partikel) einem Wasserstrahl beigemischt wird. Der Wasserstrahl wird mit einem, vom zu reinigenden Bauteil abhängigen, Druck auf die zu reinigende Fläche gedrückt. Das Wassereis kann aber auch durch eisbildende Keime innerhalb des Wasserstrahls gebildet werden. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass kein kryogener Effekt auftritt sondern nur ein mechanischer Abtrag zu verzeichnen ist.

[0007] Die DE 10 2006 002 653 B4 beschreibt ein Verfahren, bei dem einem Trockeneisstrom eine bestimmte Menge Wasser zu gegeben wird.

[0008] In DE 100 10 012 A1 wird eine Vorrichtung beschrieben, bei der CO₂-Pellets oder CO₂-Partikel zur Verbesserung der Reinigungsleistung mit einem bei Raumtemperatur festen Strahlmittel gemischt werden. Nachteilig ist die geringe Konstanz des Mengenverhältnisses zwischen CO₂-Strahlmittel und dem Zusatzstrahlmittel.

[0009] In der US 5 785 581 wird eine Anlage beschrieben, bei der eine kryogene Flüssigkeit, vorzugsweise flüssiger Stickstoff, als Kühlmittel zur Erzeugung von Eiskpartikeln genutzt wird. Hierbei werden Wassertröpfchen in einen abgekühlten Druckluftstrom eingebracht, in Eis umgewandelt und unter Nutzung des Druckgefälles aus der Strahldüse befördert. Auch hier ist nur ein mechanischer Effekt zu verzeichnen.

[0010] In der DE 10 2010 020 618 A1 wird ein Verfahren zum Herstellen von CO₂-Pellets oder CO₂-Partikel mit erhöhter mechanischer Härte und Abrasivität beschrieben, bei durch Zuführung von Wasser CO₂-Wassereispartikel gefertigt werden. Nachteilig daran ist, dass die CO₂-Wassereispartikel noch zerkleinert werden müssen und dabei durch den erforderlichen Druck, wieder geringe Mengen Wasser entstehen können.

[0011] In der DE 10 2010 020619 A1 wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reinigen von metallischen oder nichtmetallischen Oberflächen unter Einsatz von Druckluft, einem kalten Strahlmittel, in Kombination mit einem festen Strahlmittel und/oder einem Strahlmittelgemisch offenbart.

[0012] Nachdem der aufgezeigte Stand der Technik keine zufrieden stellende Lösung, insbesondere zur Herstellung eines geeigneten rückstandsarmen und abrasiveren Strahlmittels aufgezeigt hat, besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Herstellungsverfahren für ein Strahlmittel anzugeben, dass über eine regelbare Abrasivität verfügt und womit Verunreinigungen von Oberflächen möglichst rückstandslos entfernt werden können. Insbesondere soll das Bauteil selbst nicht beschädigt oder ausgebaut werden müssen.

[0013] Diese Aufgabe wird gelöst mit einem Herstellungsverfahren für Strahlmittel nach Anspruch 1, einem Verfahren zum Strahlen nach Anspruch 9, einem Strahlmittel nach Anspruch 11, einer Vorrichtung zur Herstellung eines Strahlmittels nach Anspruch 12. und einer Vorrichtung zum Strahlen nach Anspruch 14. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0014] Die Erfinder haben erkannt, dass die Aufgabe in überraschender Weise dadurch gelöst werden kann, dass erste feste Partikel aus CO₂ und zweite feste Partikel aus Wasser getrennt erzeugt und anschließend zusammengeführt, insbesondere gemischt werden. Dadurch dass erst die Erzeugung und dann die Mischung der Partikel erfolgt, kann

zum einen eine unterschiedliche Form- und Größenbearbeitung der Partikel erfolgen. Außerdem ist es möglich, bei unterschiedlichen Temperaturen zu arbeiten und so die Erzeugung des Strahlmittelgemisches optimal einzustellen.

[0015] In einer bevorzugten Weiterbildung werden die ersten und zweiten Partikel durch Zerkleinern hergestellt. Dadurch können größere Einheiten, beispielsweise Blöcke von Trockeneis und Wassereis verwendet werden, was energetisch und von der Lagerhaltung her vorteilhaft ist.

[0016] Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die getrennt erzeugten ersten und/oder die zweiten Partikel vor dem Zusammenführen zerkleinert werden. Dadurch kann die Größe ggf. nach einer bestimmten Temperatureinstellung der Partikel gezielt an die gewünschte Größe in dem Strahlmittelgemisch eingestellt werden. Zweckmäßig beträgt die Temperatur der ersten Partikel -60°C bis -80°C, bevorzugt -70°C. Und zweckmäßig beträgt die Temperatur der zweiten Partikel bevorzugt -15°C bis -30°C, insbesondere -25°C.

[0017] Aus der Literatur (B. Karpuschewski et al., Grundlegende Betrachtungen zum Entgraten als ein neuartiges Verfahren zum Entgraten komplexer Bauteile (1) und A. Momber, Handbuch zur Oberflächenbearbeitung von Beton (2)), insbesondere aus (1) ist bekannt, dass die Härte des Wassereises temperaturabhängig ist. Die Härte des Wassereises ist dabei umgekehrt proportional zu seiner Temperatur. Dies bedeutet, dass mit abnehmender Temperatur die Härte des Wassereises ansteigt. So weist Wassereis mit einer Temperatur von -10°C eine Mohs-Härte von 2 auf, vergleichbar mit Gips. Im Vergleich dazu besitzt Wassereis bei -80°C eine Mohs-Härte von 6 - 7, was mit der Härte von Glas oder Stahl vergleichbar ist.

[0018] In der Produktinformation: NOCK, Fleischereimaschinen GmbH Scherbeneiserzeuger und der Produktinformation ZIEGRA Eismaschinen GmbH sind Anlagen zum Herstellen von Wassereis in unterschiedlichen Größen und Struktur beschrieben. Diese können im Rahmen der vorliegenden Erfindung als handelsübliche Wassereiserzeuger verwendet werden.

[0019] Wenn die Wassereis-Stücke eine Temperatur von -1 °C bis -10°C besitzen, ist die Oberfläche dann noch relativ feucht. Die Wassereis-Stücke haben nach in diesem Zustand nur eine geringe Härte und Größe, die über der der CO₂-Partikel liegt. Werden diese Wassereis-Stücke mechanisch auf die gewünschte Größe zerkleinert, kommt es zu erneuter Wasserbildung, da die Zerkleinerungswerkzeuge Raumtemperatur besitzen. Werden die Wassereis-Stücke dagegen auf eine Temperatur von ca. -60°C bis -70°C gebracht, besitzen sie, wie in Versuchen festgestellt wurde, zwar eine hohe Härte, benötigen aber zur Zerkleinerung einen sehr hohen Druck, der wiederum eine örtlichen Wasserbildung begünstigt.

[0020] Bei diesen zu niedrigen bzw. zu hohen Temperaturen des Wassereises kommt es daher beim anschließenden Kontakt mit den CO₂-Partikeln zu einer Blockbildung im CO₂-Wassereisgemisch, d.h. das CO₂- und Wasser-Partikel miteinander verkleben.

[0021] Vorteilhaft ist es, wenn im Strahlmittelgemisch die ersten Partikel eine Dimensionierung von 0,4 mm bis 1 mm, bevorzugt 0,6 bis 0,8 mm im Querschnittsmittel aufweisen und/oder die zweiten Partikel eine Dimensionierung von 0,6 mm bis 1,2 mm, bevorzugt 0,8 bis 1,0 mm im Querschnittsmittel aufweisen. Diese Größen haben sich beim Strahlen bewährt.

[0022] Besonders vorteilhaft werden vor dem Zusammenführen die zweiten Partikel als Scherbeneis erzeugt.

[0023] Der Ausdruck "Querschnittsmittel" bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Dimension mit der geringsten Stärke diese Größe im Mittel aufweist. Bei Scherbeneis, das eine räumliche Krümmung bedingt durch die zylindrische Geometrie des Scherbeneiserzeugers aufweist, handelt es sich also um die mittlere Dicke des Scherbeneises.

[0024] Durch diese Dimensionierung bzw. die Verwendung von Scherbeneis wird zum einen eine bessere Größenkontrolle bewirkt. Zum anderen wird die Herstellbarkeit erleichtert, da nicht bei hohen Drücken zum Brechen des Scherbeneises gearbeitet werden muss. Weiterhin wird durch den geringen Druck die Bildung von Wasser verhindert. In einer bevorzugten Ausgestaltung werden die Größe und/oder Größenverteilungen der ersten und der zweiten Partikel jeweils so eingestellt, dass sich für die ersten und zweiten Partikel jeweils dieselben Massen oder Massenverteilungen ergeben. Dies ist daher von besonderer Bedeutung, weil es ansonsten zu einer Veränderung der eingestellten Mischung bzw. auch zu einem Entmischen kommen kann. Dadurch, dass die Dichte von Trockeneis bei ca. 1,56 g/cm³ liegt, während die von Wassereis bei ca. 1,00 g/cm³ liegt, müssen sich zur Einstellung gleicher Massen bzw. Massenverteilungen die Partikelgrößen von CO₂-Partikel zu Wassereispartikeln umgekehrt proportional verhalten, damit es beim Transport durch den Druckluftstrom zu keiner Veränderung des eingestellten Mischungsverhältnisses kommt. In der Regel lassen sich Werte nicht exakt konstant halten, weshalb sich Verteilungen ergeben. Dabei ist bei der Einstellung der Massen bzw. Massenverteilungen über die gezielte Dimensionierung darauf zu achten, dass diese je nach vorliegender Temperatur unterschiedlich ausfallen muss.

[0025] Bevorzugt wird die Abrasivität des Strahlmittels dadurch eingestellt, dass das Mischungsverhältnis zwischen ersten und zweiten Partikeln, die Form der zweiten Partikel, die Größe der zweiten Partikel und/oder die Temperatur der zweiten Partikel im Strahlmittel gezielt eingestellt werden. Hinsichtlich der Form der zweiten Partikel haben kantige Wassereis-Partikel eine höhere Abrasivität als solche mit Rundungen. Größere zweite Partikel haben eine höhere Abrasivität als kleinere. Eine Mischung mit mehr zweiten Partikeln hat eine höhere Abrasivität als mit weniger zweiten Partikeln. Die Mischung kann beispielsweise über die Drehzahlen jeweiliger Zerkleinerer für die ersten und zweiten

Partikel beliebig eingestellt werden. Und die zweiten Partikel besitzen eine höhere Abrasivität bei niedrigeren Temperaturen.

[0026] Zweckmäßig wird die Größe der ersten und/oder zweiten Partikel bei deren Erzeugung soviel größer als die die im Strahlmittel gewünschte Größe eingestellt, um bei der Herstellung des Strahlmittels bewirkte Größenverluste auszugleichen. Dadurch wird die gewünschte Größe der Partikel im Strahlmittel sicher erreicht, trotzdem die erzeugten Partikel im Rahmen der Zusammenführung in Größe verlieren. Beispielsweise werden die ersten Partikel aus CO₂ kleiner, weil sie durch Sublimation die zweiten Partikel kühlen. Zwar ist nämlich bevorzugt vorgesehen, dass die zweiten Partikel nach ihrer Herstellung in einer besonderen Transport-Kühleinheit weiter gekühlt werden, wobei sie Temperaturen von ca. -20 °C erreichen. Bei dieser Temperatur haben sie eine, für die Zerkleinerung günstige Härte und sind trocken. Die erreichte Härte bringt aber noch nicht die gewünschte Abrasivität. Eine weitere Erhöhung der Abrasivität des CO₂-Wassereisgemisches wird dadurch erreicht indem die, in einem bestimmten Verhältnis getrennt zerkleinerten CO₂-Partikel und Wassereis-Partikel, nach dem Zerkleinern in einer weiteren Kältekammer gemischt werden. Beim Mischen in der Kältekammer kommt es zu einem direkten Kontakt zwischen den CO₂-Partikeln mit einer Temperatur von ca. -78°C und den Wassereis-Partikeln die eine Temperatur von ca. -20 bis -30°C besitzen. Dieser direkte Kontakt führt zu einem Energieaustausch zwischen den CO₂-Partikeln und den Wassereis-Partikeln. Die Wassereis-Partikel geben Wärme ab, dadurch steigt ihre Härte und die CO₂-Partikel nehmen die abgegebene Wärme auf, die ein Aufweichen der Oberfläche bzw. zu einer Bildung von CO₂-Gas führt.

[0027] Besonders vorteilhaft wird das nach dem Zusammenführen entstehende CO₂-Gas als Schutzgas gegen Erwärmung und Umgebungsluft eingesetzt und/oder zur Kühlung der zweiten Partikel eingesetzt wird.

[0028] Alternativ oder zusätzlich kann die Kühlung noch dadurch verbessert werden, dass zur Kühlung der zweiten Partikel CO₂-Schnee, flüssiger Stickstoff und/oder tiefgekühlte Druckluft verwendet werden.

[0029] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die ersten und zweiten Partikel vor der Zusammenführung so getrennt voneinander gelagert werden, dass ein zumindest teilweiser Temperaturexaustausch stattfinden kann.

[0030] Vorteilhaft werden die ersten Partikel, die zweiten Partikel und/oder das Strahlmittel in zwei oder mehreren Kühllebenen gekühlt. Dadurch wird die Kühlleistung bedeutend erhöht.

[0031] Unabhängiger Schutz wird beansprucht für ein Verfahren zum Strahlen von Körpern, Oberflächen, Innenräumen und dgl., wobei das erfindungsgemäß hergestellte Strahlmittel verwendet wird. Mit dem erfindungsgemäßen Strahlmittel, das bei beliebig tiefen Temperaturen herstellbar ist, ist es möglich, eine gleichmäßig saubere, glatte Oberfläche zu erzielen, die frei von Beschädigungen durch das Strahlmittel und frei von Kondensat und Flugrost ist. Dieses CO₂-Wassereisgemisch bleibt in seiner Zusammensetzung und Abrasivität konstant, d.h. sehr stabil solange die Parameter Partikelgröße und Temperatur konstant bleiben. Hierzu sollten also die Drehzahlen beispielsweise von Zerkleinerungswalzen und die Temperatur in der Kältekammer überwacht werden.

[0032] In einer besonders zweckmäßigen Weiterbildung wird für die Dosierung des Strahlmittels ein getrockneter Druckluftstrom als Dosierstrom verwendet und/oder es wird das Strahlmittel mit einem getrockneten Druckluftstrom als Strahlstrom versehen, der eine Temperatur von +40°C bis +90°C, bevorzugt +50°C bis +90°C, insbesondere +70°C bis +80°C aufweist. Falls das zu bestrahlende Objekt selbst schon erwärmt vorliegt, wie es beispielsweise bei Vulkanisierformen der Fall ist, kann auf eine gesonderte Erwärmung des Strahlstroms verzichtet werden.

[0033] Wird das zu reinigende Bauteil nicht beheizt, nimmt die Wärmekapazität durch den Wärmeentzug beim Übergang der CO₂-Partikel vom festen in den gasförmigen Zustand ab. Dies führt zu einer Verschlechterung der Reinigungsleistung und zur Bildung von Kondensat. Zur Vermeidung der Verschlechterung der Reinigungsleistung wird vorliegend die Druckluft getrocknet und in Abhängigkeit von der Verunreinigung erwärmt. Diesem trockenen und heißen Druckluftstrom wird das CO₂-Wassereisgemisch zugegeben. Das CO₂-Wassereisgemisch wird durch den heißen Druckluftstrom nicht geschädigt, da es bei der hohen Strömungsgeschwindigkeit und der kurzen Entfernung von Strahlmaschine zur Strahlpistole nur kurze Zeit der vorgenannten Temperatur ausgesetzt ist und sich aufgrund des Leydenfrostschen Phänomens eine isolierende Gashülle um die einzelnen Partikel des CO₂-Wassereisgemisches bildet. Der heiße und trockene Druckluftstrom nimmt nach dem Verlassen der Strahldüse die Feuchtigkeit aus der Umgebung auf und verhindert damit eine Kondensatbildung auf der Oberfläche des zu reinigenden Bauteils.

[0034] Dadurch, dass als Dosierstrom ein getrockneter Druckluftstrom verwendet wird, der nicht zusätzlich beheizt wurde, ist das Verfahren auch für längere Standzeiten geeignet.

[0035] Weiterhin wird selbständiger Schutz beansprucht für das erfindungsgemäß hergestellte Strahlmittel, das verfestigtes CO₂ und verfestigtes Wasser aufweist. Dieses Strahlmittel kann auch gesondert hergestellt und mit einer geeigneten Zwischenlagerung, die die gewünschte Temperatur und Feuchtigkeit des Strahlmittels hält, an Strahlvorrichtungen abgegeben werden.

[0036] Außerdem wird selbständiger Schutz beansprucht für eine Vorrichtung zum Herstellen eines Strahlmittels zum Strahlen von Körpern, Oberflächen, Innenräumen und dgl., das verfestigtes CO₂ und verfestigtes Wasser aufweist und sich dadurch auszeichnet, dass Zufuhrmittel für getrennt erzeugte erste feste Partikel aus CO₂ und zweite feste Partikel aus Wasser vorgesehen sind und insbesondere ein Mischer für die ersten und zweiten Partikel vorgesehen ist. Die

Zuführungsmittel können beispielsweise als unabhängige Transportmittel, beispielsweise Transportbänder oder Transportbleche, ausgebildet sein. Allerdings kann auch ein gemeinsames Transportmittel vorgesehen sein, das aus zwei getrennten Behältern für die getrennt erzeugten ersten und die zweiten Partikel gespeist wird.

[0037] Weitere besonders vorteilhafte Merkmale dieser Vorrichtung, die beliebig miteinander kombiniert werden können, sind:

- Zerkleinerer zur Herstellung der ersten und zweiten Partikel und/oder Zerkleinerer zum Zerkleinern der ersten.
- Mittel, das Zerkleinern der ersten Partikel bei Temperaturen von -60°C bis -80°C, bevorzugt -70°C vorzunehmen.
- Mittel, den ersten Partikeln eine Dimensionierung von 0,4 mm bis 1 mm, bevorzugt 0,6 bis 0,8 mm im Querschnittsmittel zu geben und/oder Mittel, den zweiten Partikeln eine Dimensionierung von 0,6 mm bis 1,2 mm, bevorzugt 0,8 bis 1,0 mm im Querschnittsmittel zu geben, wobei die Vorrichtung insbesondere einen Scherbeneiserzeuger aufweist;
- Mittel, die Größe und/oder Größenverteilungen der ersten und der zweiten Partikel jeweils so einzustellen, dass sich für die ersten und zweiten Partikel jeweils dieselben Massen oder Massenverteilungen ergeben;
- Mittel, das Mischungsverhältnis zwischen ersten und zweiten Partikeln, die Form der zweiten Partikel, die Größe der zweiten Partikel und/oder die Temperatur der zweiten Partikel im Strahlmittel gezielt einzustellen;
- Mittel, die Größe der ersten und/oder der zweiten Partikel bei deren Erzeugung soviel größer als die die im Strahlmittel gewünschte Größe einzustellen, um bei der Herstellung des Strahlmittels bewirkte Größenverluste auszugleichen;
- Mittel, das nach dem Zusammenführen entstehende CO₂-Gas als Schutzgas gegen Erwärmung und Umgebungsluft einzusetzen und/oder zur Kühlung der zweiten Partikel einzusetzen;
- Kühlmittel zur Kühlung der zweiten Partikel, die CO₂-Schnee, flüssiger Stickstoff und/oder tiefgekühlte Druckluft verwenden;
- Mittel, die ersten und zweiten Partikel vor der Zusammenführung so getrennt voneinander zu lagern, dass ein zumindest teilweiser Temperatúraustausch stattfinden kann und/oder
- zwei oder mehreren Kühlebenen zur Kühlung der ersten Partikel, der zweiten Partikel und/oder des Strahlmittels.

[0038] Schließlich wird selbstständiger Schutz beansprucht für eine Vorrichtung zum Strahlen von Körpern, Oberflächen, Innenräumen und dgl., umfassend Mittel zum Bereitstellen eines Druckluftstroms und Mittel zum Bereitstellen eines Strahlmittels, die sich dadurch auszeichnen, dass die Mittel zum Bereitstellen des Strahlmittels als die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Herstellen eines Strahlmittels ausgebildet ist.

[0039] Vorteilhaft weist diese Vorrichtung zum Strahlen Dosiermittel zur Dosierung des Strahlmittels auf, die einen getrockneten Druckluftstrom als Dosierstrom verwenden und/oder diese Vorrichtung zum Strahlen weist vorteilhaft Bestrahlungsmittel zum Beaufschlagen des zu strahlenden Objekts mit dem Strahlmittel auf, die einen getrockneten Druckluftstrom als Strahlstrom verwenden, der eine Temperatur von +40°C bis +90°C, bevorzugt +50°C bis +90°C, insbesondere +70°C bis +80°C aufweist.

[0040] Es ist deutlich geworden, dass die vorliegende Erfindung ein neuartiges Herstellungsverfahren bereitstellt, das insbesondere CO₂-Pellets oder CO₂-Partikel in neuartiger Weise vor dem Eingeben in den Druckluftstrom so mit möglichst kantigen Wassereispartikeln, die in einer oder mehreren Stufe gekühlt werden, damit sie eine große Härte besitzen, zusammenführt, dass ein stabiles abrasives CO₂-Wassereis-Gemisch entsteht, wobei zur besonderen Einstellung der Abrasivität zusätzlich die Temperatur des Strahlmittels einstellbar ist, wobei Temperatur von ca. -70 °C bevorzugt werden. Die Temperatureinstellung erfolgt insbesondere in einer gesonderten Kältekammer, in der das CO₂-Wassereisgemisch in mehreren Stufen schrittweise auf -60°C bis -70°C gekühlt wird, so dass die Wassereis-Partikel beispielsweise die gewünschte Härte von Glas erreichen.

[0041] Die Zerkleinerung der CO₂-Partikel und der Wassereis-Partikel erfolgt bevorzugt getrennt in ein oder mehreren Schritten in einem kompakten Zerkleinerungsblock, der durch die CO₂-Partikel indirekt gekühlt wird, wodurch die erneute Bildung von Wasser in den Zerkleinerungswerkzeugen verhindert wird.

[0042] Dadurch, dass die Massen gleich eingestellt werden, werden die hergestellten CO₂-und Wassereis-Partikel nach dem Zerkleinern auf einem schräg angeordnetem Leitblech aufgefangen und entsprechend des Drehzahlverhältnisses

nisses der beiden Zerkleinerungseinheiten, gemischt. Seitlich angebrachte Rüttler setzen die Kältekammer in Schwingungen und bewirken, dass die einzelnen Partikel des CO₂-Wassereis-Gemisches auf den einzelnen Leitblechen, unter Beibehaltung des Mischungsverhältnisses, zur Dosiereinheit geführt werden.

[0043] Auch wenn bevorzugt Druckluft eingesetzt wird, so können doch auch andere Gase angewendet werden, so dass in den Ansprüchen jeweils verallgemeinernd von "Fluidstrom" gesprochen wird.

[0044] Die Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand der Beschreibung verschiedener bevorzugter Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit den Figuren verdeutlicht werden. Dabei zeigen:

- Fig. 1 die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung des erfindungsgemäßen Strahlmittels und zum Strahlen in einer ersten bevorzugten Ausführungsform,
- Fig. 2 die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung des erfindungsgemäßen Strahlmittels und zum Strahlen in einer zweiten bevorzugten Ausführungsform,
- Fig. 3a, 3b die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung des erfindungsgemäßen Strahlmittels in einer dritten bevorzugten Ausführungsform und
- Fig. 4 die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung des erfindungsgemäßen Strahlmittels und zum Strahlen in einer dritten bevorzugten Ausführungsform.

[0045] In Fig. 1 und 2 sind rein schematisch zwei unterschiedliche bevorzugte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung A, B der Herstellung des erfindungsgemäßen Strahlmittels und zum Strahlen im Schnitt gezeigt, wobei dieselben Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen sind.

[0046] In Fig. 1 ist zu erkennen, dass das mit herkömmlichen Wassereis-Aufbereitern 1 hergestellte Wassereis, vorzugsweise Scherbeneis 2, mit einer Temperatur von ca. -7 °C, mit Hilfe eines kleinen Transportbandes 30 entweder auf die Transportbänder 3 in der Transporteinheit 5 oder in den Wasserbehälter 31 gefördert wird. Das zur Erzeugung des Scherbeneises 2 erforderliche Wasser wird mit einer Pumpe 32 aus dem Wasserbehälter 31 in den Wassereis-Aufbereiter 1 gefördert.

[0047] Auf den Transportbändern 3, die in der geschlossenen und nach außen isolierten Transporteinheit 5 über Kühlblöcke 4 laufen und von den Antriebswellen 33 bewegt werden, wird das Scherbeneis 2 vom Wassereis-Aufbereiter 1 zum Brecherwerk 6 transportiert und dabei weiter auf ca. -25 °C gekühlt. Die Kühlung erfolgt durch die Kühlblöcke 4 und wird durch ein, außerhalb der Transporteinheit 5 angebrachtes Gebläse 7 erreicht, das die sich im Gehäuse 5 befindliche Luft über den oberen Stutzen 8 absaugt und über den unteren Stutzen 9 wieder in die Transporteinheit 5 einbläst.

[0048] Die auf den Kühlblöcken 4 aufliegenden Leitbleche 10 sind wechselseitig einseitig versetzt angeordnet und zwingen den Luftstrom zum Durchströmen der Zwischenräume in den Kühlblöcken 4 die mit einem speziellen Kühlmitelgemisch der Kälteeinheit 37 durchflossen und gekühlt werden. Der Luftstrom strömt senkrecht zur Bewegungsrichtung der Transportbänder 3. Damit wird erreicht, dass die Luft beim Durchströmen der Kühlblöcke 4 gekühlt und beim Überströmen des durch die Transportbänder 3 bewegte Scherbeneis 2 diesen eine bestimmte Wärmemenge entzieht.

[0049] Nachdem das Scherbeneis 2 auf den Transportbändern 3 die Transporteinheit 5 in mehreren Etappen durchlaufen und dabei die gewünschte Temperatur von ca. -20 bis -30 °C erreicht hat, gelangt es zu einem kleinen Einfülltrichter 11 und von dort zum Brecherwerk 6. Neben dem Brecherwerk 6 befindet sich das CO₂-Mahlwerk 12. Über dem CO₂-Mahlwerk ist der Vorratsbehälter 13 für die CO₂-Pellets 14 angeordnet. Der kleine Einfülltrichter 11, das Brecherwerk 6, der Vorratsbehälter 13 und das CO₂-Mahlwerk 12 bilden eine geschlossene Einheit. Damit wird erreicht, dass das Brecherwerk 6 und der kleine Einfülltrichter 11 durch die CO₂-Pellets 14 im Vorratsbehälter 13 eine gewisse Vorkühlung erhalten und sich bei Kurzpausen nur geringfügig erwärmen.

[0050] Das Brecherwerk 6 ist in üblicher Weise mit Hämmerädern und einer Ambossleiste aufgebaut. Das gezeigte CO₂-Mahlwerk ist mit gegenläufigen Walzen ausgebildet.

[0051] Während das Scherbeneis 2, bedingt durch die Art der Fertigung, bereits im Wassereis-Aufbereiter 1 durch das Abschaben teilweise zerkleinert und durch den Wechsel der Transportbänder 3 weiter, aber undefiniert, zerkleinert wurde, werden das Scherbeneis 2 im Brecherwerk 6 und die CO₂-Pellets 14 im CO₂-Mahlwerk 12 auf eine genau definierte Größe zerkleinert. Das Größenverhältnis der beim Zerkleinern entstehenden Wassereis-Partikel 15 zu den CO₂-Partikeln 16 steht im umgekehrten Verhältnis zur Dichte der erzeugten Partikel 15, 16. Die entstandenen CO₂- 16 und Wassereis-Partikel 15 werden anschließend in einer Kältekammer 17, die in ihrem prinzipiellen Aufbau dem der Transporteinheit 5 ähnelt und sich unmittelbar unter den Zerkleinerungseinheiten 6, 12 befindet, gemischt. Das Mischungsverhältnis zwischen CO₂- 16 und Wassereis-Partikeln 15 ist variabel und durch die Drehzahl des CO₂-Mahlwerkes 12 für die CO₂-Pellets 14 regelbar.

[0052] Die Kühlung der Kältekammer 17 erfolgt durch einen speziellen Kühlblock 36, der von einem Kältemittelgemisch aus der Kälteeinheit 37 durchflossen wird. In der Kältekammer 17 wird das CO₂-Wassereisgemisch 18 stufenweise auf ca. -70°C gekühlt, indem es auf Blechen 20, die in mehreren Ebenen 35, unter einem bestimmten Anstellwinkel 21 zueinander angeordnet sind, gemischt und durch die Vibration der Kältekammer 17, die durch einen Rüttler 19 erzeugt

wird, von einer Ebene 35 zur anderen transportiert wird.

[0053] Beim Mischen kommen die CO₂-Partikel 16 mit einer Temperatur von ca. -70 °C mit den Wassereis-Partikeln 15, die eine Temperatur von ca. -20 bis -30°C besitzen, in direkten Kontakt. Durch den Kontakt, der sich durch die Vibration und den Übergang von einer Ebene 35 zur anderen ständig verändert, kommt es zu einem Energieaustausch zwischen den CO₂-Partikeln 16 und den Wassereis-Partikeln 15. Die CO₂-Partikel 16 entziehen den Wassereis-Partikeln 15 Energie und sublimieren. Durch den Energieentzug werden die Wassereis-Partikel 15 kälter und härter. Die CO₂-Partikel 16 werden durch den Übergang eines Teiles ihrer Substanz in den gasförmigen Zustand an der Oberfläche porös und weich.

[0054] Die schrittweise Temperaturabnahme in der Kältekammer 17 unterstützt das Wiederverfestigen der CO₂-Partikel 16 und den weiteren Anstieg der Härte der Wassereis-Partikel 15. Das durch die Sublimation entstandene CO₂-Gas, das bekanntlich schwerer als Luft ist, verbleibt in der Kältekammer 17 und verhindert das Eindringen der Umgebungsluft bzw. kann zur Unterstützung der Kühlung in der Kältekammer 17 eingesetzt werden.

[0055] Das CO₂-Wassereisgemisch 18 mit einer Temperatur von ca. -70°C wird dem Druckluftstrom 22 in einer Dosiereinheit 23 zugegeben. Der Haupt-Druckluftstrom 22 ist absolut trocken (Wassergehalt unter 0,05g/m³) und hat eine Temperatur von ca. +25 °C. Der Haupt-Druckluftstrom 22 wird geteilt, wobei ein Teil als Dosierstrom 24 zur Dosiereinheit 23, die sich unter der Kältekammer 17 befindet, geleitet und dort mit dem CO₂-Wassereisgemisch 18 beladen wird. Der andere Teil 25 des Haupt-Druckluftstromes 22 wird als Strahlstrom 25 in der Luftheizung 26 auf eine Temperatur von +50 °C bis +80 °C aufgeheizt und anschließend in der Mischkammer 27 mit dem Dosierstrom 24 wieder vereint und zur Strahlpistole 28 geführt.

[0056] Durch die Trennung des Haupt-Druckluftstromes 22 wird ein Erwärmen der Dosiereinheit 23, insbesondere bei Strahlpausen vermieden. Die Teilerwärmung des Haupt-Druckluftstromes 22 bewirkt, dass der Reinigungsstrahl 29 die folgenden Effekte auf dem zu reinigenden Bauteil bewirkt:

- eine Vorwärmung des verunreinigten Bereiches
- eine gegenüber dem normalen CO₂-Verfahren abrasivere Reinigung
- eine Erwärmung des durch die Reinigung gekühlten Bereiches
- die Verhinderung einer Bildung von Kondensat.

[0057] In Fig. 2 ist zu erkennen, dass das feste CO₂ in Blöcken 38 geliefert und in isolierten Behältern 39 gelagert wird. Das gleiche gilt für das Wassereis 40. Die Blöcke aus CO₂ 38 und Wassereis 40 werden zum Herstellen des CO₂-Wassereis-Gemisches 41 in gekühlte und isolierte Schächte 49 für die CO₂-Blöcke 42 und für die Wassereis-Blöcke 43 geschoben und liegen auf der Rassel 44 für CO₂, und der Rassel 45 für Wassereis auf.

[0058] Die Raspeln 44, 45 haben unterschiedliche Teilungen, die dem Dichteverhältnis angepasst sind. Die CO₂-Partikel 47 werden mit Hilfe der CO₂-Rassel 44 vom CO₂-Block 38 und die Wassereis-Partikel 48 werden mit Hilfe der Wassereis-Rassel 45 vom Wassereis-Block 40 abgetrennt. Die entstandenen Wassereis-Partikel 48 werden weiter, entsprechend Beispiel 1 auf ca. -25°C gekühlt und in der Kältekammer 17 mit den CO₂-Partikeln 47 gemischt. Zum Mischen werden die CO₂-Partikel 47 mit Hilfe der Zentralschleuse 50 vom CO₂-Vorratsbehälter 46 und die Wassereis-Partikel 48 mit Hilfe der Zentralschleuse 51 in die Kältekammer 17 gebracht. Das Mischungsverhältnis wird durch die unterschiedlichen Drehzahlen der CO₂-Rassel 44 und der Wassereis-Rassel 45 eingestellt.

[0059] Nach dem Mischen der CO₂-Partikel 47 mit den Wassereis-Partikeln 48 in der Kältekammer 17 laufen die gleichen energetischen Vorgänge ab, wie sie unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben wurden. Der Kühlvorgang, der zur Bildung des harten CO₂-Wassereis-Gemisches 41 erforderlich ist, kann durch das Einblasen geringer Mengen von CO₂-Schnee oder flüssigem Stickstoff bzw. tiefgeköhlter Druckluft zusätzlich unterstützt werden. Durch das Einblasen wird der Gesamtenergieaustausch durch die erzeugte Strömung verbessert und beschleunigt.

[0060] In den Fig. 3a, 3b rein schematisch eine dritte bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung C zum Herstellen des erfindungsgemäßen Strahlmittels dargestellt, wobei dieselben Elemente wie in Fig. 1 und 2 dieselben Bezugszeichen haben.

[0061] Es ist zu erkennen, dass wiederum handelsübliche CO₂-Pellets 14 und mit Hilfe eines handelsüblichen Wassereis-Aufbereiters 1 Wassereis, vorzugsweise Scherbeneis 2, getrennt bereitgestellt werden. Das Wassereis 2 wird in einer Transporteinheit 5 auf ca. -25°C weiter abgekühlt (die entsprechenden Elemente sind nur ausschnittsweise gezeigt). Anschließend wird das Scherbeneis 2 im Brecherwerk 6 und die CO₂-Pellets 14 im CO₂-Mahlwerk 12 auf die gewünschte Größe gebracht.

[0062] Das Mischen erfolgt hier nun in einer doppelwandigen zylindrischen Kühleinheit 52, in der die einzelnen CO₂-Partikel 16 und die Wassereis-Partikel 15 nach dem Zerkleinern in einem Sammeltrichter 53 zur Zusammenführung gelangen. Die zylindrische Kühleinheit 52 hat mehrere ringförmige Kühllebenen 54, unter denen sich Kühlschlangen 55 befinden (vgl. insbesondere Fig. 3b). Die Kühlschlangen 55 sind mit den Kühlrohren 59, die in der Doppelwand 61 der zylindrischen Kühleinheit 52 verlaufen, verbunden. Die Kühlschlangen 55 und die Kühlrohre 59 werden von einem Kältemittelgemisch durchflossen, das durch die Kälteeinheit 56 bewegt wird.

[0063] Das CO₂-Wassereis-Gemisch 18 fällt auf die obere ringförmige Kühlebene 57. Die ringförmigen Kühlebenen 54, 57 sind nicht umlaufend geschlossen, sondern haben jeweils nach 360° einen Spalt 58, durch den das CO₂-Wassereis-Gemisch 18 auf die nächste, tiefer liegende Kühlebene 54 fällt. Die Unterbrechungen 58 in den Kühlebenen 54 sind versetzt angeordnet, damit der Kühlweg möglichst lang ist. Ein Rührwerk 60 mit speziellen Schiebern 62 sorgt für das Durchmischen in der Kühlebenen 54 und bewegt das CO₂-Wassereis-Gemisch 18 auf den Kühlebenen 54 vom Ort der Beaufschlagung bis zum Spalt 58 in der entsprechenden Kühlebene 54. Nachdem das CO₂-Wassereis-Gemisch 18 alle Kühlebenen 54, 57 durchlaufen hat, wird es in der Dosiereinheit 23 dem Dosierstrom 24 zugemischt.

[0064] In Fig. 4 ist rein schematisch eine vierte bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung D zum Herstellen des erfindungsgemäßen Strahlmittels dargestellt, wobei dieselben Elemente wie in Fig. 1, 2, 3a und 3b dieselben Bezugszeichen haben.

[0065] Die Vorrichtung D zum Reinigen von Bauteilen mit dem, in der vorstehend beschriebenen Erfindung vorgeschlagen, CO₂-Wassereis-Gemisch 18 besteht aus mehreren einzelnen Baugruppen die, verfahrens- und funktionell bedingt mit einander verbunden und in einem gemeinsamen Rahmen 61 montiert sind.

[0066] Der Wassereis-Aufbereiter 1, zur Erzeugung des Scherbeneises 2, wird von der Pumpe 32 mit Wasser versorgt. Das räumlich gekrümmte Scherbeneis 2 fällt auf das kleine Transportband 30, das durch den Motor 62 mit der Antriebswelle 33 bewegt und durch die Umlenkrolle 63 mit der Spannvorrichtung 64 geführt und gespannt wird. Das kleine Transportband 30 befördert das Scherbeneis 2 zur Transporteinheit 5 und übergibt es auf das oberste Band 30 der mehrfach übereinander angeordneten Transportbänder 30. Die Transportbänder 30 befinden sich in der geschlossenen Transporteinheit 5 und transportieren das Scherbeneis 2 in mehreren Etappen zum Brecherwerk 6.

[0067] Zum sicheren Transport des Scherbeneises 2 sind die schräg verlaufenden Transportbänder 30 mit quer über die Transportbänder 30 verlaufenden Rippen 65 versehen. Die Transportbänder 30 laufen in jeder Ebene über Antriebswellen 33 und Umlenkrollen 63. Die Antriebswellen 33 sind in der Grundplatte 67 und in der Montageplatte 68 gelagert und werden von einem Motor 69 über einen Zahnriemen 70 angetrieben. Zwischen der Antriebswelle 33 und der Umlenkrolle 63 befindet sich je ein Kühlblock 4, der von den Auflagestäben 71 gehalten wird.

[0068] Im unteren Bereich der Transporteinheit 5 befinden sich mehrere Gebläse 72 die die CO₂-haltige Luft innerhalb der Transporteinheit 5 bewegen. Das Scherbeneis 2 wird bei jedem Übergang von einer Ebene zur anderen neu gemischt bzw. gewendet. Die durch die Gebläse 72 bewegte CO₂-haltige Luft wird beim Durchströmen der Kühlblöcke 4 gekühlt und nimmt beim Überstreichen des Scherbeneises 2 Wärme auf. Das wechselweise Durchströmen der Kühlblöcke 4 und das Überstreichen des Scherbeneises 2 auf den Transportbändern 30 wird durch die wechselseitige Anordnung der Leitbleche 10 unterstützt.

[0069] Die Transporteinheit 5 liegt auf dem Brecherwerk 6 auf. Im Brecherwerk 6 befindet sich die feststehende Ambossleiste 73 und die Hammerwelle 74 mit den Hammerrädern 75, die für die gewünschte Zerkleinerung des Scherbeneises 2 sorgen.

[0070] Neben dem Brecherwerk 6 befindet sich das CO₂-Mahlwerk 12 zur Zerkleinerung der handelsüblichen CO₂-Pellets 14. Über dem CO₂-Mahlwerk 12 befindet sich der Vorratsbehälter 13 für die CO₂-Pellets 14. Die Kontrolle des Füllstandes im Vorratsbehälter 13 erfolgt durch den Sensor 76. Das Brecherwerk 6 und das CO₂-Mahlwerk 12 sind auf der feststehenden Platte 77 montiert. An der feststehenden Platte 77 ist die Kältekammer 17 federnd aufgehängt, damit das CO₂-Wassereis-Gemisch 18 durch die Schwingbewegungen, die durch den Rüttler 19 erzeugt werden, ungehindert auf den Kühlblechen 20 zur Dosiereinheit 23 rutschen kann und dabei durch den Kühlblock 36 weiter auf die gewünschte Temperatur gekühlt wird.

[0071] Der Kühlblock 36 wird mit Hilfe eines speziellen Kältemittelgemisches, das durch die Kälteeinheit 34 bewegt wird, gekühlt. Die Kühlblöcke 4 werden ebenfalls mit einem speziellen Kältemittelgemisch, das durch die Kälteeinheit 37 bewegt wird, gekühlt.

[0072] Die zum Strahlen erforderliche Druckluft wird über den Stutzen 78 in die Heizeinheit 79 geleitet und geteilt. Der Dosierstrom 24 wird unbeheizt zur Dosiereinheit 23 geleitet und dort mit dem auf Tieftemperatur gebrachten CO₂-Wassereis-Gemisch 18 beladen. Der Strahlstrom 25 wird in der Heizeinheit 79 aufgeheizt und in der Mischkammer 27 mit dem mit dem CO₂-Wassereis-Gemisch 18 beladenen Dosierstrom 24 zusammengeführt und zur Strahlpistole (nicht gezeigt) geleitet.

[0073] Bei Pausenbetrieb, wird kein CO₂-Wassereis-Gemisch 18 abgenommen, aber der Wassereis-Aufbereiter 1 produziert weiter Scherbeneis 2. Der Motor 62 der Antriebswelle 33 wird in seiner Drehrichtung geändert und die Klappe 66 an der Transporteinheit 5 durch den Motor 82 geöffnet. Das Scherbeneis 2 fällt in den Wasserbehälter 80. Zur Vermeidung des Zusetzens des Ansaugstutzens der Pumpe 32 durch Scherbeneis 2 ist ein Sieb 81 eingebaut. Bei Wiederaufnahme des Strahlbetriebs wird die Drehrichtung des Motors 62 wieder geändert und die Klappe 66 geschlossen.

[0074] Aus der vorangegangenen Darstellung sind zahlreiche Vorteile der vorliegenden Erfindung deutlich geworden. Unter ihnen sind vor allem zu nennen:

Es steht ein Strahlmittel zur Verfügung, das die thermischen Vorteile der CO₂-Strahltechnik und die vorteilhafte

mechanische Wirkung des festen Wassereises in sich vereint.

[0075] Durch regelbare Zerkleinerungseinheiten kann die Größe und das Mischungsverhältnis der CO₂- 16 und der Wassereis-Partikel 15 entsprechend der Art der Verunreinigung gezielt eingestellt und geregelt werden.

[0076] Das CO₂-Wassereis-Gemisch 18 kann in seiner Härte und Abrasivität dem zu reinigenden Bauteil und der Verunreinigung gezielt angepasst werden kann.

[0077] Die Oberflächen der gereinigten Bauteile sind nach der Reinigung trocken und frei von Flugrost.

[0078] Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, dass die Möglichkeit besteht, mit dem erfindungsgemäßen Strahlmittel auch Großbauteile im eingebauten Zustand zu reinigen, ohne das ein zeitaufwendiger Ein- und Ausbau erforderlich ist.

[0079] Das CO₂-Wassereis-Gemisch 18 kann in Verbindung mit einem speziell aufbereiteten warmen Druckluftstrom 22, zur Reinigung von unbeheizten Bauteilen, unter Beibehaltung einer bestimmten Temperaturdifferenz zwischen Bauteil und CO₂-Wassereis-Gemisch 18, eingesetzt werden.

[0080] Durch den Einsatz des CO₂-Wassereis-Gemisches 18 in Verbindung mit einem speziell aufbereitetem warmen Druckluftstrom 22 kann die Bildung von Kondensat, das für das Entstehen von Kriechströmen, insbesondere in elektrischen Anlagen, verantwortlich ist, vermieden werden.

Bezugszeichenliste

1	Wassereis-Aufbereiter	33	Antriebswelle
2	Scherbeneis	34	Kälteeinheit
3	Transportbänder	35	Kühlebenen
4	Kühlblöcke	36	Kühlblock
5	Transporteinheit	37	Kälteeinheit
6	Brecherwerk	38	CO ₂ -Block
7	Gebälse	39	Isolierbehälter
8	oberer Stutzen	40	Wassereisblock
9	unterer Stutzen	41	CO ₂ -Wassereis-Gemisch
10	Leitblech	42	CO ₂ -Schacht
11	kleiner Einfülltrichter	43	Wassereisschacht
12	CO ₂ -Mahlwerk	44	CO ₂ -Raspel
13	Vorratsbehälter	45	Wassereis-Raspel
14	CO ₂ -Pellets	46	Vorratsbehälter
15	Wassereispartikel	47	CO ₂ -Partikel
16	CO ₂ -Partikel	48	Wassereis-Partikel
17	Kältekammer	49	Isolation
18	CO ₂ -Wassereis-Gemisch	50	Zellradschleuse
19	Rüttler	51	Zellradschleuse
20	Kühlbleche	52	Kühleinheit
21	Anstellwinkel	53	Sammeltrichter
22	Hauptdruckluftstrom	54	Kühlebene
23	Dosiereinheit	55	Kühlschlange
24	Dosierstrom	56	Kälteeinheit
25	Strahlstrom	57	obere Kühlebene
26	Luftheizung	58	Spalt
27	Mischkammer	59	Kühlrohr
28	Strahlpistole	60	Rührwerk
29	Reinigungsstrahl	61	Doppelwand
30	Kleines Transportband	62	Schieber
31	Wasserbehälter	63	Umlenkrolle
32	Pumpe	64	Spannvorrichtung
33	Rippen	75	Hammerrad
34	Klappe	76	Sensor
35	Grundplatte	77	Platte
36	Montageplatte	78	Stutzen

(fortgesetzt)

69	Motor	79	Heizeinheit
70	Zahnriemen	80	Wasserbehälter
71	Auflagestab	81	Sieb
72	Gebläse	82	Motor
73	Ambossleiste	83	Rahmen
74	Hammerwelle	84	Motor

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung eines Strahlmittels (18; 41) zum Strahlen von Körpern, Oberflächen, Innenräumen und dgl., das CO₂ und Wasser aufweist, wobei CO₂ und Wasser verfestigt werden, wobei erste feste Partikel (14, 16) aus CO₂ und zweite feste Partikel (2, 15) aus Wasser getrennt erzeugt und anschließend zusammengeführt, insbesondere gemischt werden, wobei die zweiten Partikel (2) vor dem Zusammenführen zerkleinert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zerkleinern der zweiten Partikel (2) bei Temperaturen von -15°C bis -40°C erfolgt.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten (16) und zweiten Partikel (15) durch Zerkleinern hergestellt werden und/oder dass die ersten Partikel (14) vor dem Zusammenführen zerkleinert werden.
- Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zerkleinern der ersten Partikel (14) bei Temperaturen von -60°C bis -80°C, bevorzugt -70°C erfolgt und/oder dass das Zerkleinern der zweiten Partikel (2) bei Temperaturen von -15°C bis -30°C, insbesondere -25°C erfolgt.
- Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Partikel (16) eine Dimensionierung von 0,4 mm bis 1 mm, bevorzugt 0,6 bis 0,8 mm im Querschnittsmittel aufweisen und/oder dass die zweiten Partikel (15) eine Dimensionierung von 0,6 mm bis 1,2 mm, bevorzugt 0,8 bis 1,0 mm im Querschnittsmittel aufweisen, wobei insbesondere Scherbeneis erzeugt wird.
- Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe und/oder Größenverteilungen der ersten (16) und der zweiten Partikel (15) jeweils so eingestellt werden, dass sich für die ersten (16) und zweiten Partikel (15) jeweils dieselben Massen oder Massenverteilungen ergeben und/oder dass die Größe der ersten (16) und/oder der zweiten Partikel (15) bei deren Erzeugung soviel größer als die im Strahlmittel (18) gewünschte Größe eingestellt wird, um bei der Herstellung des Strahlmittels (18) bewirkte Größenverluste auszugleichen.
- Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abrasivität des Strahlmittels (18; 41) dadurch eingestellt wird, dass das Mischungsverhältnis zwischen ersten (16) und zweiten Partikeln (15), die Form der zweiten Partikel (15), die Größe der zweiten Partikel (15) und/oder die Temperatur der zweiten Partikel (15) im Strahlmittel (18) gezielt eingestellt werden und/oder dass das nach dem Zusammenführen entstehende CO₂-Gas als Schutzgas gegen Erwärmung und Umgebungsluft eingesetzt wird und/oder zur Kühlung der zweiten Partikel (15) eingesetzt wird.
- Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Kühlung der zweiten Partikel (15) CO₂-Schnee, flüssiger Stickstoff und/oder tiefgekühlte Druckluft verwendet werden und/oder dass die ersten und zweiten Partikel vor der Zusammenführung so getrennt voneinander gelagert werden, dass ein zumindest teilweiser Temperatureaustausch stattfinden kann.
- Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Partikel, die zweiten Partikel (2) und/oder das Strahlmittel (18) in zwei oder mehreren Kühllebenen (4, 10, 20) gekühlt wird.
- Verfahren zum Strahlen von Körpern, Oberflächen, Innenräumen und dgl., **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Strahlmittel (18; 41) hergestellt nach einem der vorherigen Ansprüche verwendet wird.
- Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Dosierung des Strahlmittels (18; 41) ein getrockneter Fluidstrom, insbesondere Druckluftstrom, als Dosierstrom verwendet wird und/oder das Strahlmittel (18;

41) mit einem getrockneten Fluidstrom, insbesondere Druckluftstrom, als Strahlstrom beaufschlagt wird, der eine Temperatur von +40°C bis +90°C, bevorzugt +50°C bis +90°C, insbesondere +70°C bis +80°C aufweist.

- 5 11. Strahlmittel zum Strahlen von Körpern, Oberflächen, Innenräumen und dgl., das verfestigtes CO₂ und verfestigtes Wasser aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strahlmittel (18; 41) mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 hergestellt wurde.
- 10 12. Vorrichtung (A; B; C; D) zum Herstellen eines Strahlmittels (18; 41) zum Strahlen von Körpern, Oberflächen, Innenräumen und dgl., das verfestigtes CO₂ und verfestigtes Wasser aufweist, wobei Zuführmittel (30, 5, 13) für getrennt erzeugte erste feste Partikel (14) aus CO₂ und zweite feste Partikel (2) aus Wasser vorgesehen sind und insbesondere ein Mischer (17) für die ersten (15) und zweiten Partikel (15), wobei Mittel (6) zur Zerkleinerung der zweiten Partikel (2) vor dem Zusammenführen vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung Mittel (4, 5) zum Kühlen aufweist, um das Zerkleinern der zweiten Partikel (2) bei Temperaturen von -15°C bis -40°C durchzuführen.
- 15 13. Vorrichtung (A; B; C; D) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung angepasst ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.
- 20 14. Vorrichtung zum Strahlen von Körpern, Oberflächen, Innenräumen und dgl., umfassend Mittel zum Bereitstellen eines Fluidstrom, insbesondere Druckluftstroms, und Mittel zum Bereitstellen eines Strahlmittels, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Bereitstellen des Strahlmittels als Vorrichtung (A; B; C; D) zum Herstellen eines Strahlmittels (18; 41) nach einem der Ansprüche 12 oder 13 ausgebildet ist.
- 25 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** Dosiermittel zur Dosierung des Strahlmittels (18; 41) vorgesehen sind, die einen getrockneten Fluidstrom, insbesondere Druckluftstrom, als Dosierstrom verwenden und/oder dass Bestrahlungsmittel zum Beaufschlagen des zu strahlenden Objekts mit dem Strahlmittel (18; 41) vorgesehen sind, die einen getrockneten Fluidstrom, insbesondere Druckluftstrom, als Strahlstrom verwenden, der eine Temperatur von +40°C bis +90°C, bevorzugt +50°C bis +90°C, insbesondere +70°C bis +80°C aufweist.

Claims

- 35 1. A method for producing a blasting media (18; 41) for blasting elements, surfaces, interior spaces and similar, the blasting media comprising CO₂ and water, wherein the CO₂ and the water are solidified, wherein first solid particles, (14, 16) made from CO₂ and second solid particles (2, 15) made from water are produced separately, joined subsequently, in particular mixed, wherein the second particles (2) are comminuted before joining, **characterized in that** the comminuting of the second particles (2) is performed at temperatures of -15° C to -40° C.
- 40 2. The method according to claim 1, **characterized in that** the first particles (16) and the second particles (15) are produced by comminuting and/or that the first particles (14) are comminuted before joining.
- 45 3. The method according to claim 2, **characterized in that** comminuting the first particles (14) is performed at temperatures of -60° C to -80° C, advantageously -70° C and/or that comminuting the second particles (2) is performed at temperatures of - 5° C to - 30° C, in particular - 25° C.
- 50 4. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first particles (16) have a size of 0.4 mm to 1 mm, advantageously 0.6 mm to 0.8 mm as a cross sectional average and/or that the second particles (15) have a size of 0.6 mm to 1.2 mm, advantageously 0.8 mm to 1 mm as a cross sectional average, wherein in particular crushed ice is produced.
- 55 5. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the size and/or the size distribution of the first particles (16) and the second particles (15) are respectively adjusted so that an identical mass or mass distribution is achieved respectively for the first particles (16) and the second particles (15), and/or that the size of the first particles (16) and/or the second particles (15) during production is set by a certain amount larger than a size that is intended in the blasting media in order to compensate for size losses that are caused during the production of the blasting media (18).
6. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, an abrasiveness of the blasting media

(18; 41) is set **in that** a mixing ratio between first particles (16) and second particles (15), a shape of the second particles (15), a size of the second particles (15) and/or a temperature of the second particles (15) in the blasting media (18) is set in a controlled manner and/or that CO₂ gas generated after joining is used as a protective gas against heating and ambient air and/or is used for cooling the second particles (15).

7. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** CO₂ snow, liquid nitrogen and/or super cooled compressed air are used for cooling the second particles (15) and/or that the first particles and the second particles are stored separately from each other before joining, so that at least partial temperature exchange can be provided.
8. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first particles, the second particles (2) and/or the blasting media (18) are cooled in two or plural cooling planes (4, 10, 20).
9. A method for blasting elements, surfaces, inner cavities and similar, **characterized in that** the blasting media (18; 41) produced according to one of the preceding claims is used.
10. The method according to claim 9, **characterized in that** a dried fluid flow, in particular a compressed air flow is used as a dosing flow for dosing the blasting media (18; 41) and/or the blasting media (18; 41) is loaded with a dried fluid flow, in particular a compressed air flow as a blasting flow which has a temperature of +40°C to +90°C, advantageously + 50°C to +90° C, in particular + 70°C to + 80°C.
11. The blasting media for blasting the elements, the surfaces, the interior cavities and similar comprising solidified CO₂ and solidified water, **characterized in that** the blasting media (18; 41) is produced by a method according to one of the claims 1 - 8.
12. A device (A; B; C; D) for producing a blasting media (18; 41) for blasting elements, surfaces, inner cavities and similar which includes solidified CO₂ and solidified water, wherein feeding media are provided for separately produced first solid particles (14) made from CO₂ and second solid particles (2) made from water and in particular a mixer (17) is provided for the first particles (15) and the second particles (15) wherein devices (6) are provided for comminuting the second particles (2) before joining, **characterized in that** the device includes devices (4, 5) for cooling in order to perform the comminuting of the second particles (2) at temperatures of - 15° C to -40° C.
13. The device (A; B; C; D) according to claim 12, **characterized in that** the device is adapted to perform a method according to one of the claims 1 - 8.
14. The device for blasting elements, surfaces, inner spaces and similar comprising devices for providing a fluid flow, in particular a compressed air flow and devices for providing a blasting media, **characterized in that** the devices for providing the blasting media are configured as a device (A; B; C; D) for producing the blasting media (18; 41) according to one of the claims 12 or 13.
15. The device according to claim 14, **characterized in that** dosing devices for dosing the blasting media (18; 41) are provided which use a dried fluid flow, in particular a compressed air flow as a dosing flow and/or that blasting devices for loading the object with the blasting media (18;41) are provided which use a dried fluid flow, in particular a compressed air flow as a blasting flow which has a temperature of + 40° C to + 90°C, advantageously + 50°C to + 90° C, in particular + 70°C to + 80°C.

Revendications

1. Procédé destiné à la fabrication d'un agent de sablage (18 ; 41) en vue du sablage de corps, de surfaces, de compartiments intérieurs et similaires, qui présente du CO₂ et de l'eau, le CO₂ et l'eau étant à l'état solide, les premières particules (14, 16) solides étant générées de manière séparée à partir de CO₂ et les deuxièmes particules (2, 15) solides étant générées de manière séparée à partir d'eau et étant ensuite amalgamées, en particulier mélangées, les deuxièmes particules (2) étant fractionnées avant l'amalgame, **caractérisé en ce que** la fragmentation des deuxièmes particules (2) a lieu à des températures comprises entre -15°C et -40°C.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les premières particules (16) et les deuxièmes particules (15) sont fabriquées par fragmentation et/ou **caractérisé en ce que** les premières particules (14) sont fractionnées

avant l'amalgame.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la fragmentation des premières particules (14) a lieu à des températures comprises entre -60°C et -80 °C, de préférence à -70°C et/ou **caractérisé en ce que** la fragmentation des deuxièmes particules (2) à lieu à des températures comprises entre -15°C à - 30°C, en particulier à -25°C.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les premières particules (16) présentent un dimensionnement compris entre 0,4 mm et 1 mm, de préférence entre 0,6 mm et 0,8 mm au centre de la section transversale et/ou **caractérisé en ce que** les deuxièmes particules (15) présentent un dimensionnement compris entre 0,6 mm et 1,2 mm, de préférence entre 0,8 mm et 1,0 mm au centre de la section transversale, de la glace en écailles étant en particulier générée.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la taille et/ou les distributions de tailles des premières particules (16) et des deuxièmes particules (15) sont ajustées respectivement de telle sorte qu'il en résulte respectivement les mêmes masses ou les mêmes répartitions de masses pour les premières particules (16) et les deuxièmes particules (15) et/ou **caractérisé en ce que** la taille des premières particules (16) et/ou des deuxièmes particules (15) est ajustée, lors de leur génération, dans une mesure aussi grande que la taille souhaitée dans l'agent de sablage (18), afin de compenser les pertes de tailles occasionnées lors de la fabrication de l'agent de sablage (18).
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la capacité abrasive de l'agent de sablage (18 ; 41) est ajustée dans la mesure où le rapport de mélange entre les premières particules (16) et les deuxièmes particules (15), la forme des deuxièmes particules (15), la taille des deuxièmes particules (15) et/ou la température des deuxièmes particules (15) dans l'agent de sablage (18) sont ajustées de manière ciblée et/ou **caractérisé en ce que** le gaz CO₂ généré après l'amalgame est utilisé comme gaz de protection contre le réchauffement et l'air ambiant et/ou est utilisé en vue de la réfrigération des deuxièmes particules (15).
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** de la neige carbonique, de l'azote liquide et/ou de l'air comprimé congelé sont utilisés en vue de la réfrigération des deuxièmes particules (15) et/ou **caractérisé en ce que** les premières et les deuxièmes particules sont stockées séparément les unes des autres avant l'amalgame, de telle sorte qu'un échange de température, tout au moins partiel, peut se produire.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les premières particules, les deuxièmes particules (2) et/ou l'agent de sablage (18) sont réfrigérés dans deux plans de refroidissement (4, 10, 20) ou plus.
9. Procédé destiné au sablage de corps, de surfaces, de compartiments intérieurs et similaires, **caractérisé en ce qu'un** agent de sablage (18 ; 41) est utilisé, après avoir été fabriqué selon l'une des revendications précédentes.
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que**, pour le dosage de l'agent de sablage (18 ; 41), une circulation de fluide séchée, en particulier une circulation d'air comprimé, est utilisée comme flux de dosage et/ou l'agent de sablage (18 ; 41) est soumis à une circulation de fluide séchée, en particulier une circulation d'air comprimé, faisant office de flux de sablage, lequel présente une température comprise entre +40°C et +90°C, de préférence entre +50°C et +90°C, en particulier entre +70°C et +80°C.
11. Agent de sablage destiné au sablage de corps, de surfaces, de compartiments intérieurs et similaires, qui présente du gaz CO₂ solidifié et de l'eau solidifiée, **caractérisé en ce que** l'agent de sablage (18 ; 41) a été fabriqué au moyen d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 8.
12. Dispositif (A ; B ; C ; D) destiné à la fabrication d'un agent de sablage (18 ; 41) en vue du sablage de corps, de surfaces, de compartiments intérieurs et similaires, qui présente du gaz CO₂ solidifié et de l'eau solidifiée, des moyens d'alimentation (30, 5, 13) étant prévus pour des premières particules (14) solides de CO₂ et générées séparément et pour des deuxièmes particules (2) solides d'eau et en particulier un mélangeur (17) pour les premières particules (15) et les deuxièmes particules (15), des agents (6) destinés à la fragmentation des deuxièmes particules (2) étant prévus avant l'amalgame, **caractérisé en ce que** le dispositif présente des agents (4, 5) destinés à la réfrigération, afin de réaliser la fragmentation des deuxièmes particules (2) à des températures comprises entre -15°C et -40°C.
13. Dispositif (A ; B ; C ; D) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le dispositif est adapté afin de réaliser un

procédé selon l'une des revendications 1 à 8.

5 14. Dispositif destiné au sablage de corps, de surfaces, de compartiments intérieurs et similaires, comprenant des agents destinés à la préparation d'une circulation de fluide, en particulier à la circulation d'air comprimé, et des agents destinés à la préparation d'un agent de sablage, **caractérisé en ce que** les agents destinés à la préparation de l'agent de sablage sont conçus comme un dispositif (A ; B ; C ; D) destiné à la fabrication d'un agent de sablage (18 ; 41) selon l'une des revendications 12 ou 13.

10 15. Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** des agents de dosage destinés au dosage de l'agent de sablage (18 ; 41) sont prévus, lesquels utilisent une circulation de fluide séchée, en particulier une circulation d'air comprimé, comme flux de dosage et/ou **caractérisé en ce que** sont prévus des agents de grenailage destinés à soumettre l'objet devant être sablé à l'agent de sablage (18 ; 41), lesquels utilisent une circulation de fluide séchée, en particulier une circulation d'air comprimé, comme flux de sablage, lequel présente une température comprise entre +40°C et +90°C, de préférence entre +50°C et +90°C, en particulier entre +70°C et +80°C.

15

20

25

30

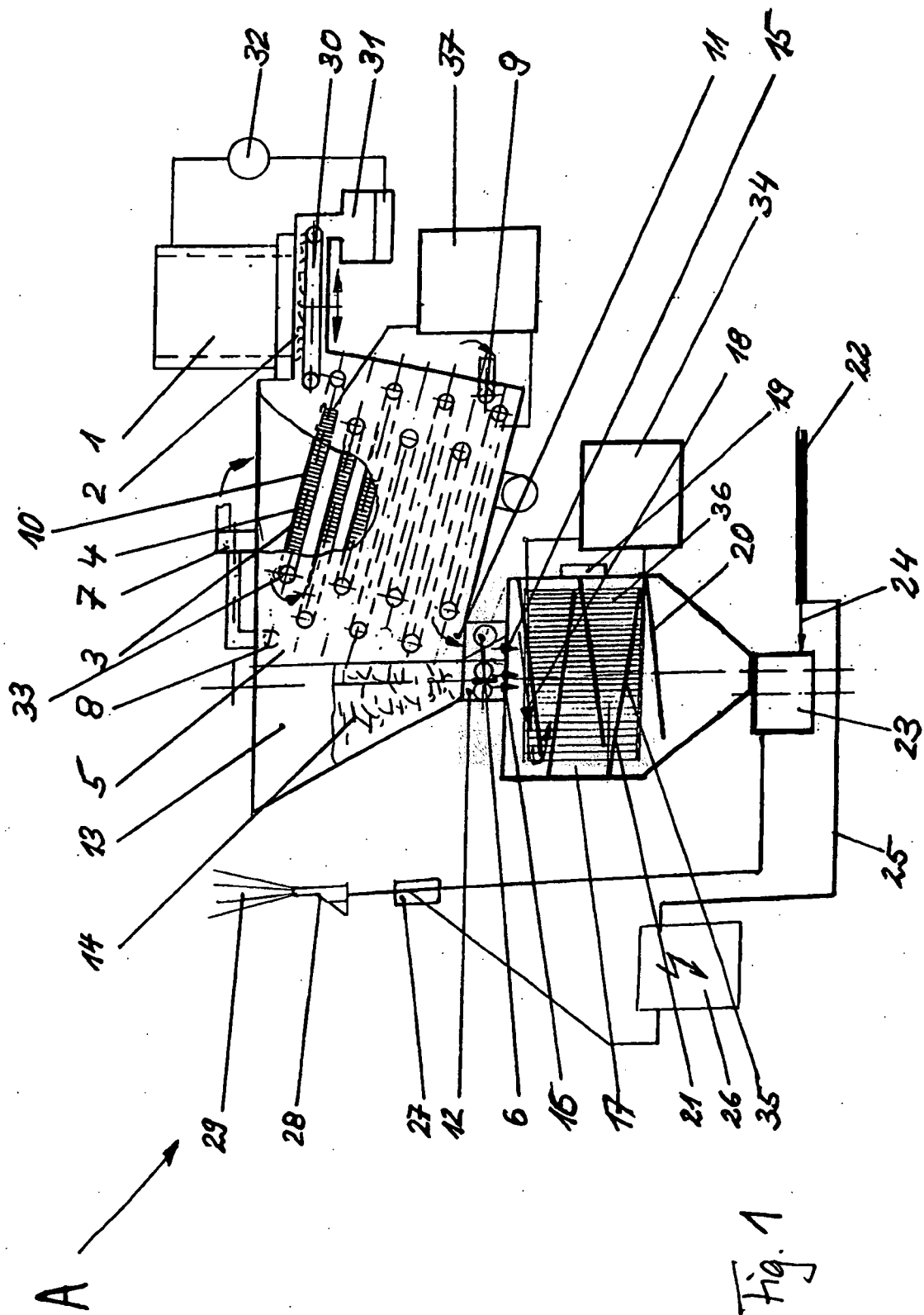
35

40

45

50

55



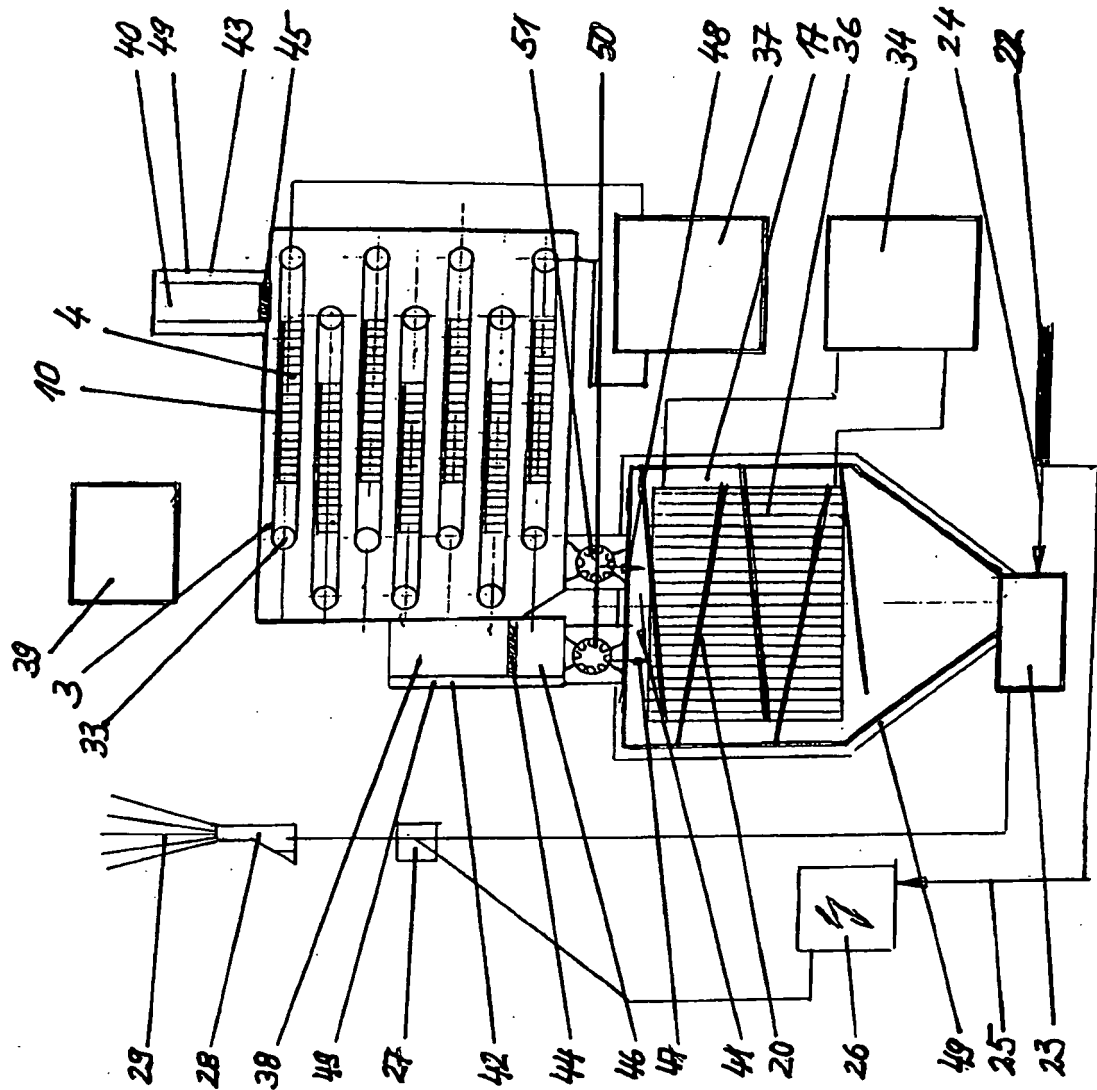


Fig. 2

B

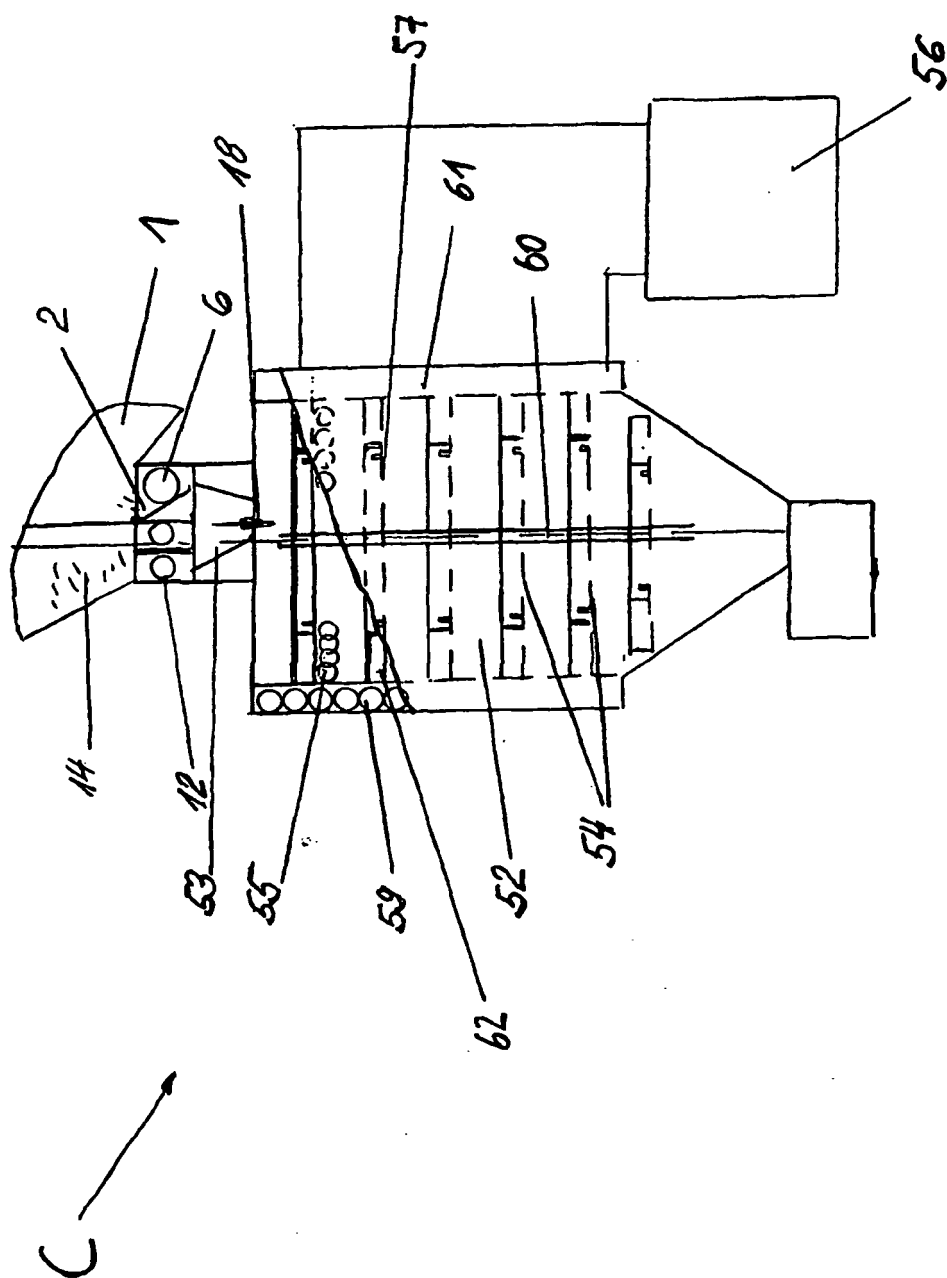


Fig. 39

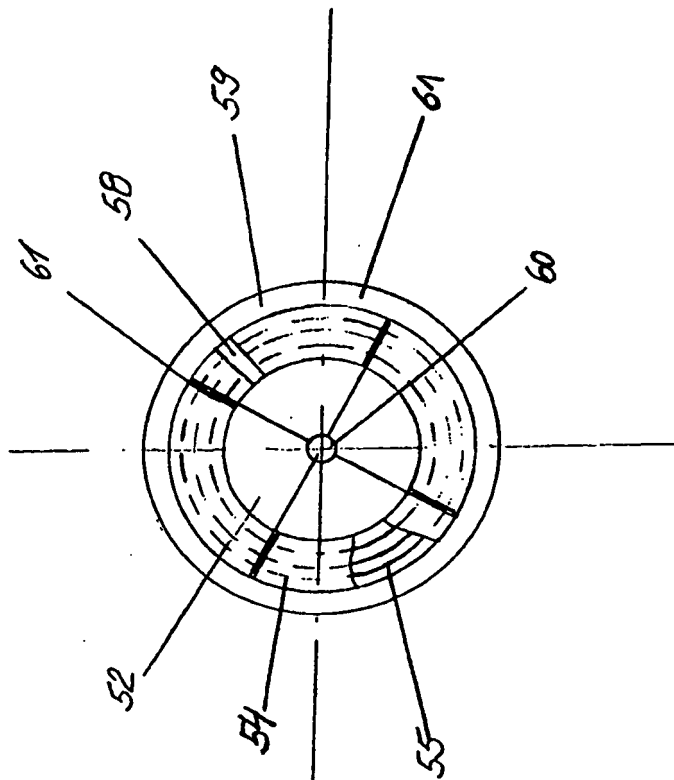
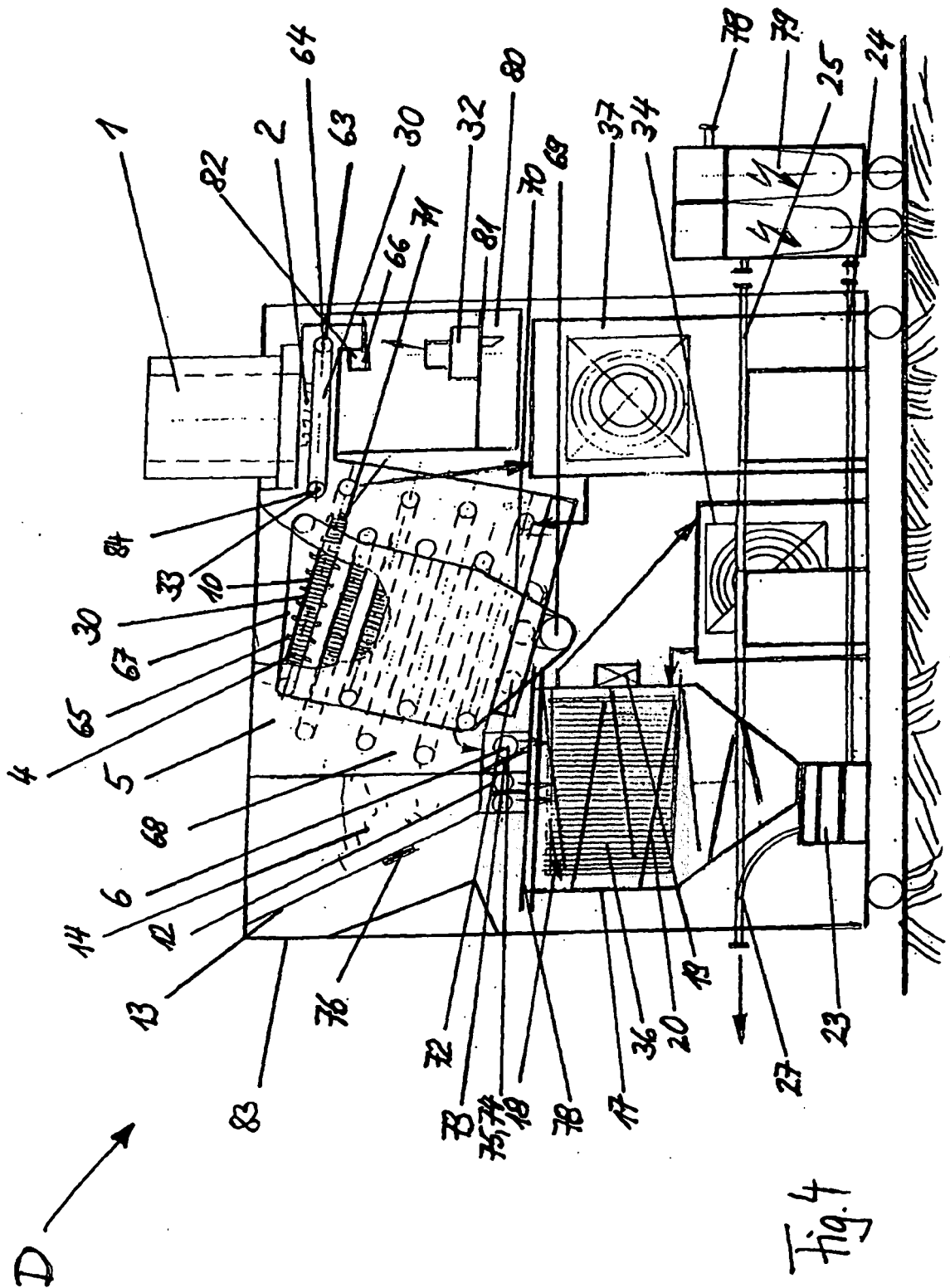


Fig. 36



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

- WO 2003101667 A1 [0003]
- DE 10259132 B4 [0004]
- JP 60145905 A [0005]
- DE 3505675 A1 [0006]
- DE 102006002653 B4 [0007]
- DE 10010012 A1 [0008]
- US 5785581 A [0009]
- DE 102010020618 A1 [0010]
- DE 102010020619 A1 [0011]