

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: **84109681.1**

⑤① Int. Cl.⁴: **B 24 C 1/00**
B 24 C 5/04

⑳ Anmeldetag: **14.08.84**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.02.86 Patentblatt 86/8

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI

⑦① Anmelder: **Szücs, Johan**
Hornstrasse 9
D-8000 München 40(DE)

⑦② Erfinder: **Szücs, Johan**
Hornstrasse 9
D-8000 München 40(DE)

⑦④ Vertreter: **Sandmair, Kurt, Dr. et al,**
Patentanwälte Schwabe, Sandmair, Marx Stuntzstrasse
16
D-8000 München 80(DE)

⑥④ **Vorrichtung und Verfahren zum Reinigen von Stein- und Metalloberflächen.**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reinigen von Stein- und Metalloberflächen mittels eines Reinigungsstrahles, der aus Wasser, einem volumenmäßig wesentlich höheren Anteil von Luft sowie scharfkantigen Strahlgutpartikeln besteht. Der in einer Kammer erzeugte Strahl wird in eine solche Rotation versetzt, daß er gemeinsam mit der Expansion der in ihm enthaltenen Luft einen verhältnismäßig breiten, kegelförmigen Querschnitt aufweist. Dieser Strahl ermöglicht die schonende, aber gründliche Reinigung von Stein- und Metalloberflächen.

Bau -Ing. Johan Szűcs

Anwaltsakte 50 489 VI

Vorrichtung und Verfahren zum Reinigen von Stein- und
Metalloberflächen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen von Stein- und Metalloberflächen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens nach Anspruch 14. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reinigen von durch atmosphärische Einflüsse verunreinigten und angegriffenen Oberflächen aus Stein und Metall, wie z.B. derartigen Fassaden oder Stein- und Metalldenkmälern.

Die erfindungsgemäß gereinigten Steinoberflächen können sowohl Kunststeinoberflächen wie z.B. Betonoberflächen oder auch Natursteinoberflächen, wie z.B. Kalkstein-

oder Granitoberflächen sein.

Die Reinigung solcher Oberflächen wie der Oberflächen von meist aus Bronze gegossenen Denkmälern gewinnt aufgrund der starken Luftverschmutzung ständig mehr an Bedeutung. Bei der Reinigung derartiger Oberflächen darf in der Regel nur die Schmutzschicht entfernt werden. Meist soll die darunterliegende, durch atmosphärische Verunreinigungen angegriffene Materialschicht erhalten bleiben.

Wichtig ist hierbei, daß so wenig wie möglich Material abgehoben wird. Insbesondere darf das darunterliegende Stein- oder Metallmaterial nicht abgetragen werden. Bei Bronzefiguren darf nicht einmal die natürliche Patina, soweit vorhanden, abgetragen werden.

Ein Reinigungsverfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist aus der US-PS 3 427 763 bekannt. Bei diesem bekannten Reinigungsverfahren saugt ein Druckwasserstrom, der mittels eines Wasserdrucks zwischen 100 und 900 bar erzeugt wurde, in einer Mischkammer aus einem seitlich in die Mischkammer eintretenden Kanal das Strahlgut an, daß eine Körnung zwischen 0,01 und etwa 3 mm aufweist und aus Sand, Quarz, Korund, Flugasche und dergleichen mehr bestehen kann. Der Wasserstrahl wirkt dabei als Wasserstrahlpumpe und zieht auf diese Weise die Strahlgutpartikel in sich hinein.

Dadurch, daß die Strahlgutpartikel vom einem Wasserstrahl getragen gegen die zu reinigende Oberfläche geschleudert werden, sollen die Strahlgutpartikel nicht einfach gegen die zu reinigende Oberfläche prallen. Sie sollen vielmehr, zum großen Teil wenigstens, vom aufgespritzten Wasser mitgenommen, an der Oberfläche entlanggleiten und auf diese Weise diese Oberfläche reinigen.

Ein wesentlicher Nachteil dieses bekannten Verfahrens liegt darin, daß das zu bearbeitende Material zu stark abgetragen wird. Dementsprechend wird das bekannte Verfahren in erster Linie zum Reinigen von groben Bauteilen, wie Gußteilen und dergleichen, und darüber hinaus auch als Trennschneidverfahren angewendet, bei welchem der mit Strahlgut beladene Wasserstrahl einen Spalt durch das zu trennende Werkstück sägt. Das bekannte Verfahren ist also zur Reinigung von wertvollen Objekten, wie z.B. von historischen Bauwerken, Denkmälern und dergleichen, nicht geeignet. Das bekannte Verfahren läßt sich in der Praxis nicht so führen, daß tatsächlich nur die abzuhebende Oberschicht abgehoben, das darunterliegende Material jedoch nicht beeinträchtigt wird.

Die Erfindung will das bekannte Verfahren dahingehend weiterbilden, daß die Reinigung der Objektoberflächen zwar einerseits schneller erfolgen kann, andererseits

aber so, daß ein Abtragen von Teilen der Objektoberfläche nicht oder nur in vernachlässigbarem Umfang erfolgt.

Die Reinigung erfolgt dabei einwandfrei, also ohne Zurücklassung von Schmutzresten, aber auch ohne Verfärbung und sonstige nachteilige Beeinflussung der Objektoberfläche, sofern das Verfahren korrekt angewendet wird.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Strahl neben dem Wasser und dem Strahlgut einen hohen Anteil an Luft enthält, der volumenmäßig ein Vielfaches des Wasseranteils beträgt, daß der Strahl um seine Achse rotiert, und daß der Strahl unter dem Einfluß der am Beginn des Strahls unter Druck in ihm enthaltenen Luft und der Rotation stark seitlich expandiert. Der aus dem Werkzeug zur Durchführung des Verfahrens austretende Strahl hat also etwa die Form eines Kegels, bei welchem der Winkel zwischen der Kegelachse und einer Erzeugenden des Kegelmantels in der Regel zwischen 20° und 40° liegt.

Dadurch, daß der Strahl einen hohen Anteil an Luft enthält, bekommt er den Charakter einer Wasser-in-Luft-Dispersion. Die am Beginn des Strahls unter Druck in ihm enthaltene Luft expandiert beim Austreten des Strahls in das Freie sofort und wirkt dabei auf das kegelförmige

Auffächern des Strahles nach allen Seiten hin. In gleichem Sinne wirkt die Rotation des Luft-Strahlgut-Wassergemisches. Auch diese treibt den Strahl radial nach allen Seiten gleichmäßig auseinander. Auf dem Wege von der Erzeugungsstelle - normalerweise einer Düse - zur zu reinigenden Oberfläche wächst also der Querschnitt des Strahls angenähert proportional dem Quadrat des Abstandes von der Ursprungsstelle des Strahles. Die Geschwindigkeitskomponente des Strahles in Richtung der Strahlachse, also in Richtung der Kegelachse, nimmt dabei jedoch unverhältnismäßig wenig ab, da die Zunahme des Strömungsquerschnittes des Strahls ja nicht, wie beim Stande der Technik, soweit eine vorhanden, durch Geschwindigkeitsverringerung bewirkt wird, sondern durch Expansion der im Strahl enthaltenen Luft. Darüber hinaus wird eine allenfalls auftretende Geschwindigkeitsverringerung im Strahl durch die Expansion der Luft kompensiert, da diese Expansion ja nicht nur radial nach außen, sondern auch in Strahlfortschrittsrichtung wirkt.

Es hat sich gezeigt, daß beim Arbeiten mit einem Reinigungsmittelstrahl der dargelegten Art nicht nur Metalloberflächen, wie insbesondere Bronzeoberflächen, sondern auch Natur- und Kunststeinoberflächen leicht und sicher gereinigt werden können. Das Verfahren nach der Erfindung eignet sich besonders gut für scharfkantiges Strahl-

gut, wie Glaspulver. Überraschenderweise wird hierbei die zu reinigende Oberfläche nicht unangemessen abgetragen. Die Abtragung bleibt vielmehr erstaunlich gering, obwohl eine einwandfreie Abtragung der Schmutzschichten bewirkt wird. Der Anmelder nimmt an, daß dies darauf zurückzuführen ist, daß das Verfahren nach der Erfindung in ungewöhnlich starkem Maße auf unterschiedliche Härten in den Oberflächenbereichen des zu reinigenden Objekts anspricht. Das heißt, die weichen Schmutzschichten werden schnell abgetragen, während das Steinmaterial von den über seine Oberfläche gleitenden und zum Teil dort wohl auch kreisende Bewegungen ausführenden Strahlgutpartikeln kaum angegriffen wird. Der Arbeiter, der eine Objektoberfläche mittels eines einen Strahl nach der Erfindung erzeugenden Gerätes reinigt, läuft also nicht mehr Gefahr, daß schon bei kurzem Weiterwirkenlassen des Strahls auf eine ausreichend gereinigte Objektoberfläche diese unzulässig angegriffen wird. Dies erlaubt es, hartnäckig verschmutzte Bereiche weiter zu reinigen, ohne benachbarte, bereits gereinigte Bereiche unangemessen berücksichtigen zu müssen.

Ein wesentliches Kriterium des Verfahrens nach der Erfindung liegt darin, daß dieses sich leicht auf die Härte der zu bearbeitenden und zu reinigenden Oberfläche

einstellen läßt. Soll beispielsweise eine Kalkstein- oder Marmorfassade gereinigt werden, so wird man den Wasserdruck und damit auch den Druck der das Strahlgut zuführenden Luft niedrig wählen, während zur Reinigung harter Oberflächen, wie z.B. von Granitoberflächen oder harten Bronzeoberflächen, der Druck relativ hoch gewählt werden darf.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung gegenüber dem Stande der Technik liegt darin, daß nicht nur durch die Rotation und Expansion des Strahles den Strahlgutpartikeln schon vor dem Auftreffen auf die zu bearbeitende Oberfläche eine erhebliche Geschwindigkeitskomponente parallel zu dieser Oberfläche erteilt wird, sondern darüber hinaus wird die abtragende Wirkung des Strahlgutes bei der Erfindung auf eine weitaus größere Fläche verteilt, als dies bei den schlanken Strahlen nach dem Stande der Technik der Fall war. Auch dies wirkt auf eine besonders milde abtragende Wirkung hin. Überraschenderweise ist diese nur sanft abtragende Wirkung des erfindungsgemäßen Reinigungsstrahles ausreichend, um schnell eine einwandfreie Reinigung durch Abtragung der Schmutzschichten zu erreichen.

Es wird bei der Erfindung für wesentlich angesehen, daß eine ausreichend große Menge Luft beigefügt wird. Es

leuchtet ein, daß die Beifügung geringerer Luftmengen nur zu einer geringen Aufweitung eines angenähert zylindrischen Strahles führen kann. Dementsprechend wird Luft in so hohem Maße beigefügt, daß der Luftanteil des Strahls volumenmäßig ein Vielfaches des Wasseranteils beträgt. Im Strahl beträgt der Luftanteil volumenmäßig vorteilhaft etwa das 200-fache bis 1200-fache des Wasseranteils, wobei der volumenmäßige Luftanteil wegen der Expansion des Strahles naturgemäß in Strahlfortschrittsrichtung stark zunimmt.

Gewichtsmäßig bleibt der Luftanteil im wesentlichen konstant. Er beträgt vorteilhaft das 0,5- bis 3-fache des Wasseranteils, wobei der Luftanteil umso größer sein sollte, je größer der Wasserdruck ist. Luftanteile von 0,7 bis 1,5 haben sich bewährt.

Dementsprechend hat ein Reinigungsstrahl nach der Erfindung auch nicht die relativ dunkle Farbe des mit dem Strahlgut beladenen Wassers. Ein solcher Strahl erscheint vielmehr weiß.

Bevorzugt wird der Strahl nach der Erfindung gebildet, indem in einer Mischkammer ein unter erheblichem Überdruck stehendes Gemisch aus scharfkantigem Strahlgut, Wasser und Luft erzeugt wird, dieses Gemisch in Rotation

um eine Achse versetzt und das rotierende Gemisch längs der Achse ausgespritzt wird. Auf diese Weise kann in der Mischkammer eine gute Durchmischung von Luft, Strahlgut und Wasser bewirkt werden. In der Mischkammer bleibt jedoch ein relativ hoher Druck erhalten, der auch zum Ausschieben des Strahles aus der Mischkammer ausgenützt wird, soweit dieses Ausschieben nicht durch Beibehalten der kinetischen Energie des in die Mischkammer eintretenden Wasserstrahles bewirkt wird.

Dadurch, daß die Luft in der Mischkammer immer noch unter einem Druck steht, der nur geringfügig unter jenem Druck ist, unter dem sie in die Mischkammer eingespeist wurde, bleibt ihr Volumen entsprechend gering. Unmittelbar nach dem Austreten des Strahlgut-Wasser-Luftgemisches aus der Mischkammer in die umgebende Atmosphäre kann die Luft expandieren und damit den Strahl radial auseinanderreiben.

Bevorzugt wird das Verfahren hierbei so ausgeführt, daß ein Druckwasserstrahl an der der Austrittsdüse gegenüberliegenden Seite der Mischkammer in Richtung zu der Austrittsdüse hin in die Mischkammer eingespritzt wird, und daß ein Strahlgut führender Druckluftstrom von der Seite her schräg nach vorne gegen den Wasserstrahl gerichtet wird, derart, daß die Strahlmittelachse des

Luftstromes und die Strahlmittelachse des Wasserstrahls im Abstand voneinander verlaufen. Auf diese Weise splittet nicht nur der gegen den Wasserstrahl gerichtete Strahlgutstrom den Wasserstrahl auf. Durch den exzentrischen Aufprall der Ströme aufeinander wird eine erhebliche Rotation in der Mischkammer erzeugt.

Dem Grunde nach kann die Rotation auch anders erzeugt werden, beispielsweise indem tangential in eine Mischkammer das Wasser eingespritzt wird. Bevorzugt wird jedoch die oben dargelegte Art der Erzeugung der Rotation. Diese hat den wesentlichen Vorteil, daß keine zu starke Rotation erzeugt wird, da andernfalls die Strahlgutpartikel zu sehr in die äußeren Randbereiche des erzeugten Strahles gerissen würden. Letzterem wirkt allerdings bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, bei welcher sich die Mischkammer konisch zur Austrittsdüse hin verengt, die Tatsache entgegen, daß auch in der Mischkammer nahe deren Umfang rotierende Strahlgutpartikel bei ihrem Weg zur Düse hin eine radial nach innen auf die Mischkammerachse hin gerichtete Bewegungskomponente erhalten. Auf diese Weise sind die Strahlgutpartikel im konisch erweiterten Strahl recht gleichmäßig verteilt, so daß die Reinigungswirkung des Strahles auf dessen ganzem Auftreffquerschnitt auf die zu reinigende Oberfläche wirkt.

Bevorzugte Parameter für die Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung sind in den Ansprüchen 5 bis 7 gekennzeichnet.

Das Strahlgut ist bevorzugt gemahlenes Glaspulver, welches entsprechend scharfkantig ist und eine Körnung zwischen 0 und 1 mm, besser zwischen 0 und 0,5 mm, aufweist. Bevorzugt ist insoweit wieder eine Ausbildung gemäß den Ansprüchen 12 und 13.

Die Erfindung umfaßt auch eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens. Diese Vorrichtung ist im Anspruch 14 gekennzeichnet. Die bevorzugte Ausführungsform ist im Anspruch 15 gekennzeichnet.

Mit einer derartigen Vorrichtung ist die Ausführung des Verfahrens nach der Erfindung relativ einfach. Um die gewünschte Strahlstruktur zu erhalten, wird zunächst nur die Wasserzufuhr mit dem gewünschten Druck - beispielsweise von 50 bar - eingestellt. Dann wird die Strahlgut-Luft-Zufuhr zugeschaltet, und der Druck der das Strahlgut zuführenden Luft wird so lange erhöht, bis der zunächst stab- oder stangenförmig aus der Austrittsdüse austretende Strahl sich weiß färbt und die Form eines Kegels annimmt. Nun hat der Strahl die erfindungsgemäß verwendete Struktur, welche die oben dar-

gelegten wesentlichen Vorteile in Bezug auf die Reinigung selbst empfindlicher Oberflächen mit sich bringt.

Wesentlich bei der Erfindung ist die Verwendung eines Strahlgutes, das scharfkantig ist. Wie wichtig die Scharfkantigkeit ist, geht daraus hervor, daß die Wiederverwendung einmal als Strahlgut verwendeten Glaspulvers zu vergleichsweise schlechterer Reinigungswirkung bzw. bei entsprechend intensiver Einwirkung zu stärkerem Abtragen der zu reinigenden Objektoberfläche führt. Dementsprechend wird Glaspulver als Strahlgut vorzugsweise nur einmal verwendet.

Dem Grunde nach können natürlich auch andere Materialien wie z.B. gemahlener Quarz oder gemahlener Feuerstein verwendet werden. Das ist jedoch aufwendiger. Das gleiche gilt etwa für die Verwendung von Korund oder anderen handelsüblichen Schleifpulvern.

Die besten Ergebnisse wurden erzielt, wenn das Strahlgut Körner unterschiedlicher Größe bis zu 1 mm, besser bis zu 0,5 mm, aufweist. Die Verwendung von Körnern unterschiedlicher Größe führt zu einer besseren Reinigungswirkung als die von Körnern gleicher Größe. Vorzugsweise ist die Korngröße des Strahlgutes über dem Bereich von 0 bis zur Maximalgröße gemäß einer Normalverteilungskurve verteilt. Zum Begriff der Normalverteilungskurve

wird auf das Buch "Einführung in die Korngrößen-Meß-technik" von Bartel (Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1964), S. 13 und 14, verwiesen.

Der Verlauf der Normalverteilungskurve ist dabei vor- teilhaft ein solcher, bei dem etwa die Hälfte (nach dem Gewicht) aller Körner eine Größe zwischen einem Drittel und zwei Dritteln der Maximalgröße aufweisen. Bei der bevorzugten Körnung der scharfkantigen ungleichmäßig ge- formten Körner des Strahlgutes sollte also die Hälfte derselben eine Körnung zwischen 0,17 mm und 0,33 mm auf- weisen.

Der Gegenstand der Erfindung wird anhand der beigefügten, schematischen Zeichnung und eines in dieser dargelegten und bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 den Mischkopf einer erfindungsgemäßen Vor-
 richtung, im Aufriß, und

Fig. 2 die Wirkungsweise des Mischkopfs der Fig. 1.

In Fig. 1 ist ein Mischkopf 1 gezeigt, der aus einer Reihe von Einzelteilen zusammengesetzt ist. Diese Ein- zelteile, die nachfolgend noch näher beschrieben werden, sind fest miteinander verbunden, etwa verschraubt, verlötet, ver- schweißt, verklebt u.dergl.

Der Mischkopf 1 besteht aus zwei Hauptteilen, und zwar einer im wesentlichen kreiszylindrischen Kammerhülse 2 und einem an diese dicht angesetzten, sich im wesentlichen konisch verjüngenden Düsenkörper 3.

Die Kammerhülse 2 und der Düsenkörper 3 sind jeweils rotationssymmetrisch zu einer gemeinsamen Hauptachse 4 ausgebildet.

Die Kammerhülse 2 weist einen ersten Abschnitt auf, mit einer zur Hauptachse 4 coaxialen Bohrung 5, in welche dichtend ein Rohrstutzen 6 eingeschraubt oder eingesetzt ist. Dieser Rohrstutzen 6 erstreckt sich, vom Ende der Kammerhülse 2 ausgehend, nur über weniger als die erste Hälfte der Bohrung 5.

Der zweite Teil der Kammerhülse 2 weist eine ebenfalls zur Hauptachse 4 koaxiale Bohrung auf, deren Innenraum eine Kammer 7 bildet. Hierbei ist der Durchmesser der Kammer 7 größer als der Durchmesser der Bohrung 5, von welcher aus ein kegelstumpfförmig abgeschrägter Übergang in die Kammer 7 führt.

In das in die Kammer 7 mündende Ende der Bohrung 5 ist von der Kammer 7 her ein Düsenstück 8 eingesetzt oder

0171448

eingeschraubt. Dieses Düsenstück 8 ist als verhältnismäßig dünnwandiger Hohlkörper ausgebildet, mit einem in die Bohrung 5 eingreifenden Stutzen, einem in Richtung der Kammer 7 an diesen anschließenden, sich kegelförmig erweiternden, kurzen Übergangsabschnitt und einem kreiszylindermantelförmigen, in der Kammer 7 angeordneten Endstutzen, welcher durch eine sich quer zur Hauptachse 4 erstreckende Wand im wesentlichen verschlossen ist. Diese Wand wird von einer mittigen Wasser-einströmdüse 9 durchbrochen, die von einer im wesentlichen zylindrischen, zur Hauptachse 4 coaxialen Bohrung gebildet ist.

Das andere, dem Düsenkörper 3 zugewandte Ende der Kammer 7 weist einen kurzen, sich kegelig erweiternden Übergang 10 auf.

Der Rohrstutzen 6 ist seinerseits verhältnismäßig dünnwandig ausgebildet und stellt die Wasserzuleitung dar.

Die Seitenwand der Kammer 7 wird etwa in ihrem mittleren Bereich von der Bohrung 12 eines Strahlgut-Zuleitungsstutzens 11 durchbrochen, der im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist, coaxial zur Bohrung 12 angeordnet ist und mit dieser eine gemeinsame Mittelachse 13 aufweist.

In der Darstellung der Zeichnungsebene weist die Mittelachse 13 zur Hauptachse 4 einen Winkel γ auf und kreuzt diese an einem Punkt, der von dem den Düsenkörper zugewandten Ende der Kammer 7 einen Abstand aufweist, der etwa ein Viertel der Gesamtlänge der Kammer 7 beträgt.

Die Mittelachse 13 verläuft jedoch hinter der Hauptachse 4 und ist somit in Blickrichtung der Fig. 1 gegenüber dieser um ein gewisses Maß versetzt. Dieses Maß ist jedoch bevorzugt kleiner als der Halbmesser der Kammer 7 an der Stelle des Schnittpunktes der beiden Achsen 4 und 13.

Der Strahlgut-Zuleitungsstutzen 11 ist an seinem von der Kammer 7 abgewandten Ende abgesetzt, so daß ein Strahlgut-Luft-Zuleitungsschlauch (nicht gezeigt) an dem abgesetzten Ende aufgeklemmt werden kann.

Die das abgesetzte Ende und den übrigen Teil des Strahlgut-Zuleitungsstutzens 11 coaxial durchdringende Bohrung 12 erweitert sich vom freien Ende des Stutzens 11 zur Mündung in die Kammer 7 hin kegelig, wobei ein entsprechender Kegel einen Scheitelwinkel δ aufweist:

Der Düsenkörper weist einen ersten, kurzen Abschnitt mit kreiszylindrischer Umfangsfläche und an diesen an-

schließlich einen wesentlich längeren Abschnitt mit sich kegelstumpfförmig verjüngender Außenfläche auf. Der zylindrische Abschnitt ist von seinem Ende her so ausgebohrt, daß dieser Abschnitt über das zugewandte Ende der Kammer 7 unter Zwischenschaltung einer Abdichtung 14 befestigt werden kann, welche auch von einer Löt- oder Schweißstelle gebildet sein kann.

Das zum Inneren des Düsenkörpers 3 hin weisende Ende der Ausbohrung des genannten Abschnitts ist so abgesetzt, daß das zugewandte Ende der Kammerhülse 2 bündig aufsitzt.

Der Hauptteil des Düsenkörpers 3 weist eine sich zunächst verjüngende und dann wieder erweiternde Düsenbohrung 15 auf. Deren erster Abschnitt mündet mit einem Eintrittsdurchmesser in die Ausbohrung des die Kammerhülse 2 umfassenden Teils des Düsenkörpers 3, der gleich ist jenem Durchmesser, mit welchem der Übergang 10 in das zugewandte Ende der Kammerhülse 2 einmündet.

Von dieser Stelle ausgehend verengt sich die Düsenbohrung 15 kegelig, wobei der entsprechende Kegel einen Scheitelwinkel β aufweist, bis zu einer Engstelle 16, von wo aus sich die Düsenbohrung 15 bis zum freien Ende des Düsenkörpers 3 hin wieder kegelig erweitert, mit

einem Scheitelwinkel ϵ für den entsprechenden Kegel.

Es ist somit, von der Wassereinströmdüse 9 ausgehend, bis zum abgewandten Ende des Düsenkörpers 3 hin ein bezüglich der Hauptachse 4 rotationssymmetrischer Innenraum gebildet, der sich zunächst über die Länge der Kammer 7 kreiszylindrisch erstreckt, nahe deren Ende sich dann konisch erweitert, im anschließenden Düsenkörper dann allmählich bis zur Engstelle 16 konisch verengt und von dort aus wieder konisch bis zur Mündung aus dem Düsenkörper 3 konisch erweitert.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die Kammerhülse 2 eine Gesamtlänge von 90 mm auf, wobei die Bohrung 5 etwa einen Durchmesser von 6,35 mm, die Kammer 7 einen Durchmesser von 21 mm, die Mündung aus der Kammerhülse 2 zum Düsenkörper 3 hin einen Mündungsdurchmesser von 24 mm, die Engstelle einen Durchmesser von 8 mm und die Mündung der Düsenbohrung 15 aus dem Düsenkörper 3 ins Freie einen Durchmesser von 12 mm aufweist.

Der dünnwandige, in die Bohrung 5 eingesetzte Rohrstutzen 6 weist eine lichte Weite von etwa 5 mm auf; der zylindrische Abschnitt des Düsenstücks 8 weist eine etwas kleinere lichte Weite auf.

Zwischen den einander zugewandten Enden des Rohrstutzens 6 und des Düsenstücks 8 ist ein Abstand gebildet, der etwa einem Viertel der Länge der Bohrung 5 entspricht.

Die Wassereinströmdüse 9 weist einen Durchmesser von etwa 0,55 mm auf.

Die Länge der Bohrung 5 beträgt etwa 26 mm, und die daran anschließende Länge der Kammer 7 zusammen mit dem Übergang 10 beträgt etwa 64 mm. Die Länge der sich konisch verengenden Düsenbohrung bis zur Engstelle 16 hin beträgt 40 mm, die Länge der sich erweiternden Düsenbohrung 15 beträgt 12 mm, und der Abstand zwischen der Wassereinströmdüse und dem erweiterten Ende der Kammer 7 etwa 60 mm.

Die Winkel β und ξ können aus den oben gegebenen Größen errechnet werden, wobei β etwa 23° und ξ etwa 10° beträgt.

Die Mittelachse 13 ist zur Hauptachse 4 um etwa 45° erreicht und hinterkreuzt diese mit einem Abstand zum zugewandten Ende der Bohrung 5, welcher 44 mm beträgt.

Der Strahlgut-Zuleitungsstutzen weist in seinem der Kammerhülse 2 benachbarten Abschnitt einen Außendurchmesser von 25 mm auf, während der abgesetzte Abschnitt einen Außendurchmesser von 18 mm aufweist. Die Bohrung 12 erweitert sich, vom freien Ende des Strahlgut-Zuleitungsstutzens 11 ausgehend, wo ihr Durchmesser 10 mm beträgt,

bis zum Durchbruch der Wand der Kammerhülse 2 hin, wo der Durchmesser 15 mm beträgt. Dies entspricht einem Winkel δ von etwa $3,5^\circ$.

Die Wirkungsweise des Mischkopfes 1 ist in Fig. 2 dargestellt.

Hierbei ist der Mischkopf 1 an eine Druckwasserzuleitung 20 und eine Luft-/Strahlgutzuleitung 17 angeschlossen.

Aus dem einer zu reinigenden Fläche 18 zugewandten, freien Ende der Düsenbohrung 15 (Fig. 1) tritt ein schematisch dargestellter Strahl aus, bei welchem Wassertröpfchen und scharfkantige Strahlgutkörner in Luft suspendiert sind.

Der austretende Strahl 19 weist eine verhältnismäßig stumpfkegelige Form auf und ist konzentrisch zur Hauptachse 4 angeordnet. Der Winkel α zwischen dieser und der Erzeugenden des vom Strahl 19 gebildeten Kegels beträgt etwa 35° .

Die Strahlgutpartikel in diesem Strahl 19 legen eine in der Zeichnung durch einen gewundenen Pfeil dargestellte, sich wendelförmig und ebenspiralig erstreckende Bahnkurve zurück, im Verlauf deren sie auf die zu

reinigende Fläche 18 nahezu tangential, jedoch mit hoher Geschwindigkeit, auftreffen.

Die Form des Strahles 19 ergibt sich aus dem Aufbau des Mischkopfes 1 der Fig. 1 sowie aus der Einhaltung von gewissen Betriebsgrößen. Hierbei wird mit hohem Druck Wasser durch die Wassereinströmdüse 9 in die Kammer 7 eingeschossen, während gleichzeitig Strahlgut durch die Bohrung 12 mit großen Mengen an Luft in die Kammer 7 eingepreßt wird. Da Luft und Strahlgut die sich axial bewegendenden Wassertröpfchen außerhalb ihrer gemeinsamen Mittelachse treffen, versetzen sie diese und sich in eine heftige, kreisende Bewegung. Gleichzeitig wird der Wassernebel von den großen Luftmengen durchsetzt und noch weiter aufgeschlossen.

Die verhältnismäßig schmale Engstelle sorgt dafür, daß im Inneren der Kammer 7 stetsein verhältnismäßig hoher Druck aufrechterhalten wird, der die innige Durchmischung der einzelnen Komponenten gewährleistet.

Beim Passieren der Düsenbohrung 15 erhöht sich zunächst die Geschwindigkeit der einzelnen Komponenten, deren Drall bezüglich der Hauptachse 4 jedoch aufrechterhalten bleibt. Nach dem Austritt aus der Düsenbohrung 15 werden Wassertröpfchen und Strahlgutpartikel zunächst durch die Fliehkraft, dann aber auch durch die Expansion

der eingeschlossenen Luft rasch auswärts gedrückt, während gleichzeitig ihre Geschwindigkeit in Richtung der Hauptachse 4 allenfalls allmählich abnimmt.

Wenn man beim Betreiben des Mischkopfes 1 die Parameter des Wasserdrucks, Luftdrucks, der Wassermenge, der Luftmenge sowie der Menge und Körnung des Strahlgutes ändert, dann stellt sich nach diffusem Zerstäuben des Strahles dann, wenn man in zulässige Bereiche gelangt ist, plötzlich ein stabiler Strahl mit den anhand der Fig. 2 erläuterten Eigenschaften ein, der die weiter oben beschriebenen Reinigungseigenschaften aufweist.

Versuche haben für den in Fig. 1 gezeigten Mischkopf und die angegebenen Wasserdrücke von 40,2 und 99 bar die folgenden Parameter als besonders vorteilhaft ergeben:

Wasserdruck (bar)	40,2	99
Gaspulver (kg/min)	1,5	3,2
Wassermenge (l/min)	6,7	8,2
Luftmenge (m ³ /min)	1,5 bei 2,5 bar	2,2 bei 4,5 bar
Körnung des Glases (mm)	0,01 bis 0,2	kein Einfluß bevorzugt 1,5

Luftdruck
(bar)

2,5

4,5

Bau-Ing. Johan Szücs

Anwaltsakte 50 489 VI

Vorrichtung und Verfahren zum Reinigen von Stein- und
Metalloberflächen

A n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Reinigen von Stein- und Metalloberflächen, insbesondere von durch atmosphärische Einflüsse verunreinigten und angegriffenen derartigen Oberflächen mittels eines Strahles aus feinkörnigem, mineralischem Strahlgut und Wasser,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Strahl einen hohen Anteil an Luft enthält, der volumenmäßig ein Vielfaches des Wasseranteils beträgt,
daß der Strahl um seine Achse rotiert, und
daß der Strahl unter dem Einfluß der am Beginn des Strahls unter Druck in ihm enthaltenen Luft und der Rotation stark seitlich expandiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft in so hohem Maße beigefügt wird, daß der Strahl volumenmäßig weitaus mehr Luft als Wasser enthält.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Mischkammer ein unter erheblichem Überdruck stehendes Gemisch aus scharfkantigem Strahlgut, Wasser und Luft erzeugt wird, daß dieses Gemisch in Rotation um eine Achse versetzt wird, und daß das rotierende Gemisch längs der Achse ausgespritzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckwasserstrahl an der der Austrittsdüse gegenüberliegenden Seite der Mischkammer in Richtung zu der Austrittsdüse hin in die Mischkammer eingespritzt wird, und daß ein mit Strahlgut beladener Druckluftstrom von der Seite her schräg nach vorne gegen den Wasserstrahl gerichtet wird, derart, daß die Strahlmittelachse des Luftstroms und die Strahlmittelachse des Wasserstrahls im Abstand voneinander verlaufen.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserdruck vor dem Eintritt in die Kammer etwa 70 bis 130 bar beträgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Überdruck der Luft, mit der das Strahlgut zugeführt wird, etwa 3 bis 8%, vorzugsweise etwa 5% des Wasserdrucks beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß 1 kg Strahlgut auf 3 bis 50 kg Wasser - in der Regel auf 6 kg Wasser - zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlgut aus grobem Material durch Brechen erzeugt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Härte des Strahlguts der von handelsüblichem Glas entspricht.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlgut Glaspulver ist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Strahlgut Körner unterschiedlicher Größe bis zu 1 mm - besser bis zu 0,5 mm - aufweist.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Korngröße des Strahlguts über den Bereich von Null bis zur Maximalgröße gemäß der Normalverteilungs-

kurve verteilt ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß etwa die Hälfte (nach dem Gewicht) aller Körner eine Größe zwischen etwa einem Drittel und zwei Dritteln der Maximalgröße aufweist.

14. Vorrichtung zum Reinigen von Fassaden, Steinflächen, Mauerwerk, Metall, wie z.B. Bronze, oder dergleichen, mit einer Druckwasserversorgung und einer an diese anschließbaren Druckwasserleitung, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13, mit einer rotationsymmetrischen Kammer, einer Wassereinströmdüse, die am einen Ende der Kammer in diese mündet, einer Strahlaustrittsdüse am anderen Ende der Kammer und einer schräg zur Strahlaustrittsdüse hin in die Kammer führende Zuleitung für das Strahlgut, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (13) der Zuleitung (12) die Achse (4) der Wassereinströmdüse (9) im Abstand passiert.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (7) einen zylindrischen Teil (2) und einen zur Strahlaustrittsdüse (15) sich konisch verjüngenden Teil (3) aufweist, und daß die Strahlgutzuleitung (12) auf den Bereich des Übergangs vom zylindrischen Teil in den konischen Teil weist.

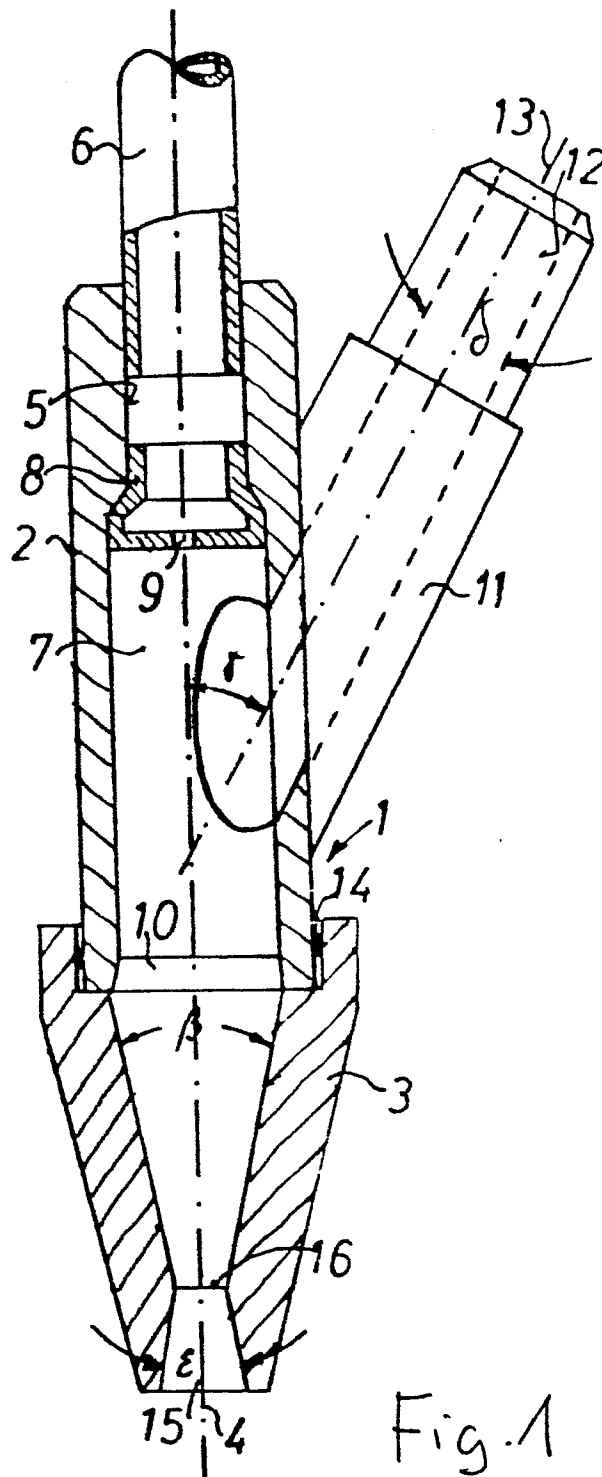


Fig. 1

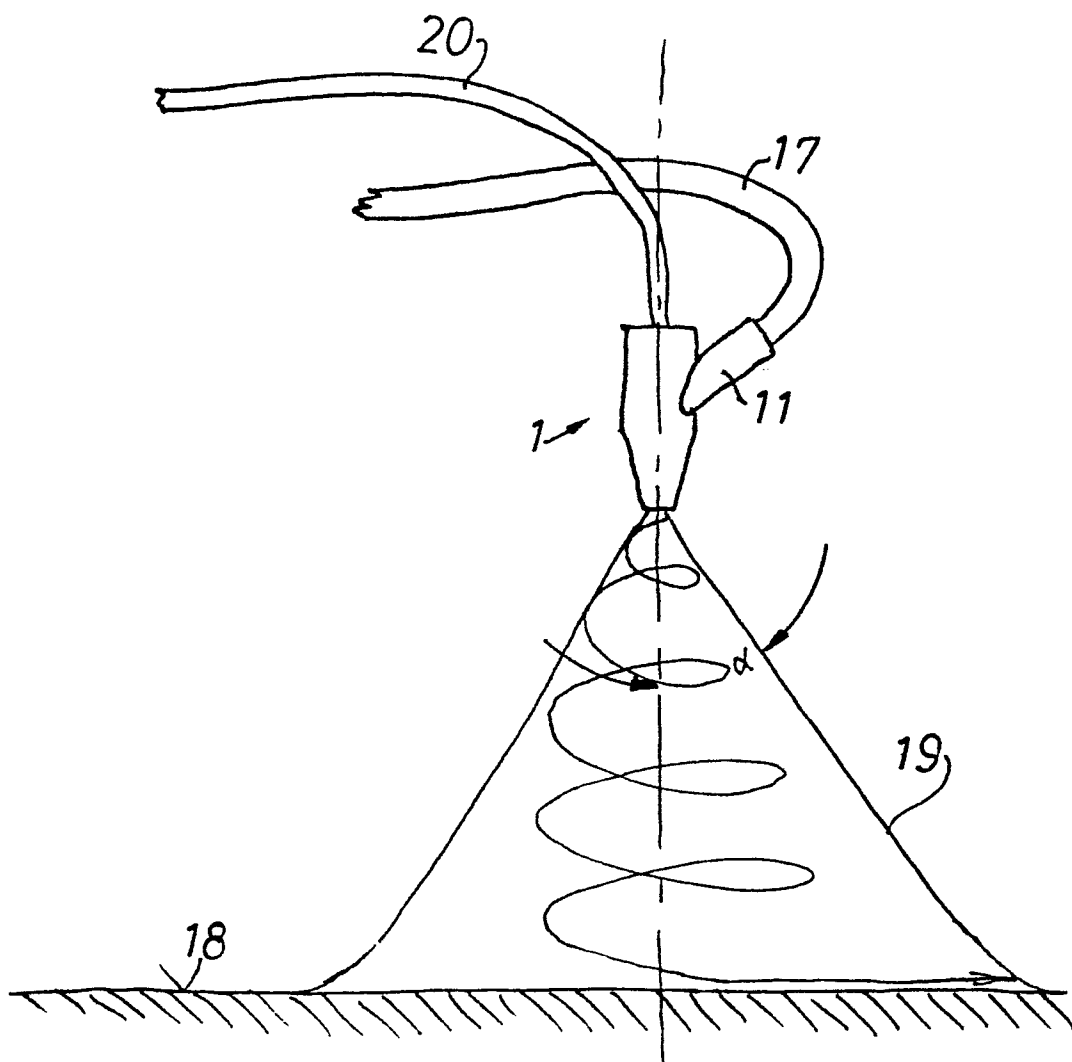


Fig.2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	EP-A-0 069 875 (PEINIGER) * Ansprüche; Seite 4, Absatz 2 *	1-4, 14	B 24 C 1/00 B 24 C 5/04
X	EP-A-0 069 874 (PEINIGER) * Ansprüche *	1-4	
A	DE-A-3 204 861 (SZÜCS) * Insgesamt *	5-13	
A	DE-A-2 724 318 (PEINIGER) * Figur 2 *	15	
A	US-A-3 344 558 (KIRKLAND)		
A	US-A-3 069 812 (SHELTON)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
A	DE-A-2 948 380 (SARATOV)		B 24 C
A	DE-B-1 245 793 (SIEMENS)		
A	DE-C- 206 610 (GUTMANN)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16-04-1985	Prüfer ESCHBACH D.P.M.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			