(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 375 887**
A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **89120368.9**

(22) Anmeldetag: **03.11.89**

(51) Int. Cl.[5]: **B24C 1/04, B24C 5/04, B01F 5/04**

(30) Priorität: **30.12.88 DE 3844344**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **04.07.90 Patentblatt 90/27**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

(71) Anmelder: **GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH**
Max-Planck-Strasse
D-2054 Geesthacht(DE)

(72) Erfinder: **Domann, Hannes**
Tesperhuder Strase 28
D-2054 Geesthacht(DE)

(74) Vertreter: **Niedmers, Ole, Dipl.-Phys. et al**
Patentanwälte Niedmers & Schöning
Jessenstrasse 4
D-2000 Hamburg 50(DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Schneiden und Reinigen von Gegenständen, sowie zum gezielten Materialabtrag mittels eines Wasser-Abrasivmittel-Gemisches.

(57) Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung (10) zum Schneiden und Reinigen von Gegenständen, sowie zum gezielten Materialabtrag mittels eines unter Hochdruck befindlichen, eine Mischkammer (12) von einem Einlaß (13) zu einem Auslaß (14) durchquerenden Wasserstrahls (15), dem ein Abrasivmittel (160) in der Mischkammer (12) durch Einbringung in den Wasserstrahl (15) beigemischt wird, vorgeschlagen. Das Abrasivmittel (160) wird dabei in der Mischkammer (12) direkt und gezielt in den diese durchquerenden Wasserstrahl (15) gegeben und zwar auf kürzestem Wege.

EP 0 375 887 A2

Verfahren und Vorrichtung zum Schneiden und Reinigen von Gegenständen, sowie zum gezielten Materialabtrag mittels eines Wasser-Abrasivmittel-Gemisches

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schneiden und Reinigen von Gegenständen, sowie zum gezielten Materialabtrag mittels eines unter Hochdruck befindlichen, eine Mischkammer von einem Einlaß zu einem Auslaß durchquerenden Wasserstrahls, dem ein Abrasivmittel in der Mischkammer durch Einbringung in den Wasserstrahl beigemischt wird, sowie eine Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens.

Verfahren dieser Art, bei denen Hochdruckwasserstrahlen zum Reinigen und Schneiden von Flächen bzw. Gegenständen verwendet werden, und denen Hartstoffteilchen (Abrasivmittel) beigefügt werden, sind bekannt. Der Vorteil derartiger Verfahren gegenüber thermischen Verfahren zum Schneiden von Gegenständen ist der, daß die Schnittstelle praktisch kalt bleibt, was bei der Ausführung des Verfahrens insbesondere bei solchen Gegenständen, die geschnitten oder gereinigt werden müssen, von Vorteil ist, die empfindlich gegen Wärme sind. Zum anderen eignen sich die bekannten Wasser-Abrasivmittel-Gemische bzw. Verfahren insbesondere auch zum Schneiden und Reinigen oder zum gezielten Materialabtrag im Unterwasserbereich.

Bei einem bekannten Verfahren dieser Art (US-PS 4 648 215) wird in einer Mischkammer einer Vorrichtung zum Schneiden und Reinigen mittels eines Wasser-Abrasivmittel-Gemisches in einen die Mischkammer durchquerenden Wasserstrahl Abrasivmittel gegeben, und zwar derart, daß die Abrasivmittel unter einem spitzen Winkel relativ zum Wasserstrahl zugeführt werden. Der Mischkammerdurchmesser ist kleiner als die freie Strahllänge in der Kammer.

Aufgrund dieser bekannten Zuführtechnik ergab sich der erhebliche Nachteil, daß sich in der Mischkammer an der der Abrasivmitteldüse gegenüberliegenden Seite nach kurzer Benutzungszeit Vertiefungen in der Mischkammerwand ausbildeten, die sehr schnell größer wurden. Die Ausbildung dieser nachteiligen Vertiefung hatte zur Folge, daß die Vorrichtung nach verhältnismäßig kurzer Benutzungszeit nicht mehr bestimmungsgemäß funktionierte.

Gemäß der bekannten Vorrichtung (US-PS 4 648 215) wurde versucht, dieser Erscheinung dadurch Einhalt zu gebieten, daß wenigstens der zum Auslaß weisende untere Bereich der Mischkammer mit einer Hartmetallauskleidung versehen wurde, was wiederum einerseits mit dem Nachteil erheblich höherer Kosten für die Herstellung derartiger Vorrichtungen verbunden war und zum anderen auch aufgrund von rückgestreutem Abrasivmittel zu Erosionswirkungen in der in die Mischkammer gerichteten Abrasivmitteleinleitungsdüse führte. Durch dieses Phänomen bedingt wurde ein erheblicher Düsenverschleiß festgestellt, so daß sich, unter tatsächlichen Einsatzbedingungen erprobt, gezeigt hat, daß auch die bekannte Vorrichtung und das mittels ihr ausgeführte Verfahren den in sie gesetzten Erwartungen nicht entsprach.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit denen die Effektivität des Mischprozesses in der Mischkammer verbessert wird, der Leistungsbereich (hydraulischer Arbeitsbereich) erhöht wird und bei der Vorrichtung die Standzeiten der Mischkammer und der Austrittsdüse vergrößert wird.

Gelöst wird die Aufgabe gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch, daß das Abrasivmittel in der Mischkammer direkt und gezielt in den diese durchquerenden Wasserstrahl gegeben wird.

Dadurch wird vorteilhafterweise erreicht, daß im Gegensatz zum genannten Stand der Technik, bei dem nur ein kleiner Teil des Abrasivmittels direkt in den Wasserstrahl eindringt und der größte Teil in den konischen unteren Teil der Mischkammer gelangt, in dem erst eine Orientierung der Flugbahn der einzelnen Partikel des Abrasivmittels in Richtung der Wasserstrahlachse erfolgen soll, bevor die Teilchen des Abrasivmittels vom Sprühanteil des Wasserstrahls in den direkt anschließenden Düsentrichter der Austrittsdüse eingespült werden, die Teilchen des Abrasivmittels lange bevor sie in den Auslaß, d. h. in die Eintrittsöffnung der Austrittsdüse gelangen, beschleunigt werden, d. h die freie Strahllänge des Wasserstrahls in der Mischkammer voll zur Energieübertragung genutzt werden kann, da die Teilchen des Abrasivmittels auf kürzestem Wege in den die Mischkammer durchquerenden Wasserstrahl eingeschossen werden.

Als weiterer Vorteil des Verfahrens ist die Realisierbarkeit kleiner freier Strahllängen in der Mischkammer. Die daraus resultierenden geringen Strahldivergenzen beim Eintritt des Wasser- Abrasivgemisches in die Eintrittsöffnung der Abrasivdüse bewirken geringeren Abrieb in einer Austrittsdüse und kleinere Leistungsverluste bei der Fokussierung des Abrasivstrahles in der Austrittsdüse.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird das Abrasivmittel derart in die Mischkammer gegeben, daß sich dieses auch um den Auslaß herum unter Bildung eines Abrasivmittelkanals ansammelt, wobei die Ausbildung des Abrasivmittelkanals in dem sich unmittelbar nach Inbetriebnahme um den Auslaß herum ablagernden Ge-

misch aus dem Sprühanteil des Wasserstrahls und dem zugeführten trocknen Abrasivmittel innerhalb der ersten Sekunden automatisch erfolgt. Die Verjüngung des Abrasivmittelkanals um den Wasserstrahl in der Mischkammer herum bewirkt eine Zunahme der Luftgeschwindigkeit in diesem Bereich und damit eine zusätzliche Beschleunigung der Hartstoffteilchen. Zum anderen ist die Mischkammerwandung vor Erosion durch das Abrasivmittel selbst - was bei der bekannten Vorrichtung sehr schnell zu einem Unbrauchbarwerden führte - geschützt.

Auch kann vorzugsweise das Abrasivmittel derart in die Mischkammer gegeben werden, daß es sich an allen Wandungen der Mischkammer ablagert, so daß diese zuverlässig vor Erosionsschäden geschützt werden.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird das Abrasivmittel im wesentlichen orthogonal zur Wasserstrahl ebene in den Wasserstrahl gegeben, so daß eine optimale Zuführung des Abrasivmittels zum Wasserstrahl gegeben ist, d. h. der kürzeste mögliche Weg von der Mündung des Abrasivmitteleinlasses zum Wasserstrahl.

Es hat sich gezeigt, daß das Abrasivmittel grundsätzlich bei der Wahl beliebigen geeigneten Drucks in die Mischkammer gegeben werden kann. Bei Anwendungen in normaler Umgebung wird jedoch das Abrasivmittel vorzugsweise in einem Druckbereich von 1 bar relativ zum Innendruck der Mischkammer in diese gegeben. Abrasivmitteldrükke von 1 bis 120 bar sind jedoch möglich.

Die Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß die Achse des Abrasivmitteleinlasses in der Mischkammer im wesentlichen orthogonal zur Wasserstrahlachse in der Mischkammer verläuft.

Der Vorteil dieser Anordnung liegt im wesentlichen darin, daß die über den Abrasivmitteleinlaß eingeschossenen Teilchen des Abrasivmittels auf kürzestem Wege in den Wasserstrahl gegeben werden, so daß, wie erfindungsgemäß angestrebt, eine optimale Zuführgeometrie für das Abrasivmittel erreicht wird.

Grundsätzlich kann die Mischkammer einen beliebigen geeigneten Aufbau haben, es hat sich jedoch gezeigt, daß es vorteilhaft ist, die Mischkammer mit einem im wesentlichen zylindrischen Querschnitt mit der Wasserstrahlachse als Zylinderachse auszubilden, wobei deren Durchmesser größer als die freie Weglänge des Wasserstrahls durch die Mischkammer ist. Mischkammern dieser Art sind verhältnismäßig leicht herstellbar und bieten aufgrund ihres symmetrischen Aufbaus zu allen Seiten gleichen radialen Abstand um die Wasserstrahlachse herum, so daß sich bei der Inbetriebnahme um den Auslaß herum bestimmungsgemäß ansammelndes befeuchtetes Abrasivmittel gleichmäßig anhäufen kann.

Die Mischkammer kann um den Auslaß herum vorzugsweise trichterförmig bzw. im Querschnitt konisch ausgebildet sein, so daß sich insbesondere dann, wenn vorzugsweise die Austrittsdüse zum Austritt des Wasser-Abrasivmittel-Gemisches aus der Vorrichtung wenigstens teilweise in die Mischkammer hineinsteht, ein Totvolumen bilden kann, daß zum Ausgangspunkt für die Ablagerung des befeuchteten Abrasivmittels am Boden der Mischkammer ist. Grundsätzlich wird die Austrittsdüse vorteilhafterweise im Zentrum der zylindrisch ausgebildeten Mischkammer angeordnet sein, es sind aber auch Ausführungsformen denkbar, bei denen die Austrittsdüse nicht zentrisch zur Achse der Mischkammer angeordnet ist beispielsweise beim Vorhandensein von einstellbaren Zentrierhilfen.

Gemäß der Erfindung ist es nicht zwingend erforderlich, die Austrittsdüse aus Hartstoff auszubilden. Die Austrittsdüse kann vorteilhafterweise neben der einteiligen Ausbildung mehrteilig ausgebildet sein. Vorteilhafterweise ist jedoch die Austrittsdüse aus Hartmetall wie Wolframkarbid oder dergl. ausgebildet. Bei dieser Ausgestaltung wird dem Umstand Rechnung getragen, daß bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung lediglich die Austrittsdüse durch das durch diese hindurchtretende Wasser-Abrasivmittel-Gemisch einer starken Belastung unterworfen ist, die vorangeschaltete Mischkammer jedoch nicht, da sich in dieser um den Auslaß herum bestimmungsgemäß das feuchte Abrasivmittelgemisch anlagert. Insofern kann die erfindungsgemäße Mischkammer aus Werkstoffen gebildet werden, die im Vergleich zur Austrittsdüse aus Hartmetall kostengünstig bereitstellbar und einfach und damit kostengünstig bearbeitbar sind.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung ist die Einlaufdüse an ihrer zur Mischkammer gewandten Seite trichterförmig und sich zur Mischkammer vergrößernd ausgebildet. Diese Ausgestaltung der Austrittsdüse ist deshalb vorteilhaft, weil der die Mischkammer durchquerende Wasserstrahl sich zwischen Eintritt in die Mischkammer und dem Verlassen der Mischkammer über den Auslaß verbreitert. Durch die trichterförmige Ausbildung des Auslasses bzw. der Austrittsdüse wird der das Abrasivmittel nun schon enthaltende Wasserstrahl wieder zusammengeführt.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung kann, mit ähnlicher Wirkung, wie vorangehend beschrieben, die Austrittsdüse an ihrer zur Mischkammer hingewandten Seite eine die Düsenöffnung vergrößernde Eintrittsbohrung aufweisen. Es sei aber darauf hingewiesen, daß die trichterförmige Ausbildung der zur Mischkammer hin gerichteten Öffnung der Austrittsdüse weder in trichterförmiger Form noch in Form der zylindrischen Boh-

rung in jedem Falle zwingend erforderlich ist.

Beim Einsatz kleiner Wasserdüsendurchmesser, d.h. bei kleiner hydraulischer Leistung, wie sie z.B. für die Erreichung von dünnen Präzisionsschnitten vorteilhaft verwendet werden können, ist die Strahlaufweitung wegen der hier möglichen kurzen freien Strahllänge so klein, daß keine zusätzliche Aufweitung im Einlaßbereich der Abrasivdüsenbohrung erforderlich ist.

Um die Effektivität der Vorrichtung insgesamt für jeden vorbestimmten Einsatzzweck optimieren zu können, ist es vorteilhaft, die freie Strahllänge des Wasserstrahls innerhalb der Mischkammer zu wählen. Es ist dabei vorteilhaft, den Abstand (freie Weglänge) zwischen dem Einlaß und dem Auslaß des Wasserstrahls in der Mischkammer einstellbar auszubilden, wobei der Abstand vorteilhafterweise durch Verschiebung z.B. der Austrittsdüse in Strahlachsenrichtung erfolgt. So können beispielsweise freie Weglängen des Wasserstrahls innerhalb der Mischkammer auch zwischen 2 und 80 mm eingestellt werden.

Zur Anpassung an die gewählte freie Weglänge des Wasserstrahls zwischen dem Einlaß und dem Auslaß der Mischkammer kann ebenfalls der Querschnitt des Abrasivmitteleinlasses veränderbar ausgebildet sein, wobei dieses vorteilhafterweise durch Einbringen einer Buchse mit einem geeignet gewählten Durchgangslochquerschnitt in den Abrasivmitteleinlaß erfolgt.

Für bestimmte Anwendungsfälle ist es vorteilhaft, anstelle lediglich eines Abrasivmitteleinlasses eine Mehrzahl in die Mischkammer weisende Abrasivmitteleinlässe vorzusehen, die in ihrer Gesamtheit im wesentlichen mit ihren jeweiligen Achsen orthogonal zur Wasserstrahlachse ausgerichtet sind. Je nach Anwendungsfall können die Abrasivmitteleinlässe auf beliebige geeignete Weise um die Wasserstrahlachse herum in der Mischkammer ausgebildet sein und zwar auch in verschiedenen Höhen zwischen Einlaß und Auslaß der Mischkammer.

Schließlich ist es vorteilhaft eine Zentrierung der Abrasivdüsenbohrung zur Wasserstrahlachse durch Präzisionszylinder- oder Konuspassungen zu erreichen.

Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die nachfolgenden schematischen Zeichnungen anhand eines Ausführungsbeispieles beschrieben. Darin zeigen:

Fig. 1 im Schnitt eine Vorrichtung mit einer Mischkammer sowie in die Vorrichtung eingesetzter Austrittsdüse und einem die Mischkammer durchquerenden Wasserstrahl,

Fig. 2 in gegenüber der Darstellung von Fig. 1 vergrößertem Maßstab einen Düseneinsatz, der die Austrittsdüse des Wasserstrahls zum Eintritt in die Mischkammer umfaßt,

Fig. 3 in einem vergrößerten schematischen Schnitt den Bereich der Mischkammer mit in die Mischkammer eingeschossenem Abrasivmittel , wobei ein Teil der Mischkammer noch einmal vergrößert dargestellt ist,

Fig. 4 einen Schnitt durch die Mischkammer von Fig. 3 entlang der Linie A-B, wobei ein Teil der Mischkammer nochmals vergrößert dargestellt ist, und

Fig. 5 eine andere Ausführungsform der Erfindung im Halbschnitt.

Die Vorrichtung 10 besteht im wesentlichen aus einem Mischkammerkörper 120 sowie einem sogenannten Anschlußstück 121, das an seiner freien Seite mit einer Druckleitung auf bekannte Weise verbunden wird. Das Anschlußstück 121 weist ein im wesentlichen zentral hindurchlaufendes Durchgangsloch auf, durch das das über die nicht dargestellte Druckleitung herangeführte Wasser 15 hindurchgeht. Am unteren, der Mischkammer 12 zugewandten Ende des Anschlußstücks 121 ist ein Düseneinsatz 24 vorgesehen, der beispielsweise die aus einem Hartwerkstoff wie Saphir oder dergleichen hergestellte Hochdruck-Wasserdüse 140 umfaßt. Der Düseneinsatz 24 weist ein durch diesen im wesentlichen zentral hindurchgehendes Durchgangsloch auf, wobei das eine Ende des Durchgangsloches, das zur Mischkammer 12 hinweist, einen Einlaß 13 des Wassers bzw. Wasserstrahls 15 in die Mischkammer 12 bildet. Der Düseneinsatz 24 kann bei Verschleiß, Beschädigung oder bei einem beabsichtigten Wechsel des Durchmessers des Wasserstrahls 15 sehr schnell ausgewechselt werden, da er zwischen Anschlußstück 121 und einem Aufnahmekörper 122 mittels eines zwischen beiden Teilen wirkenden Gewindes in einen Zentrierkonus eingeklemmt ist.

Der Mischkammerkörper 120 ist im wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet, vgl. insbesondere Fig. 1 und 5.

Im Inneren des Mischkammerkörpers 120 ist eine im wesentlichen zylindrisch ausgebildete Mischkammer 12 vorhanden, in die das Abrasivmittel 160, was im einzelnen noch weiter unten beschrieben wird, in den von dem Einlaß 13 zu einen Auslaß 14 die Mischkammer 12 durchquerenden Wasserstrahl 15 eingeschossen wird.

Die Mischkammer 12 ist an ihrem zum Auslaß 14 weisenden Ende nach unten, bezogen auf die Darstellung von Fig. 1, trichterförmig verjüngt ausgebildet. Sie kann aber auch wie in Fig. 5 dargestellt plan ausgeführt sein.

Die Achse 18 des Wasserstrahls 15 ist bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel identisch mit der Achse der zylindrisch ausgebildeten Mischkammer 12. Am unteren Ende, d. h. im trichterförmig ausgebildeten Bereich der Mischkammer 12, ist in Verlängerung der Wasserstrahlachse 18 eine

Austrittsdüse 21 angeordnet, die aus einem Hartwerkstoff besteht und ein zentrales Durchgangsloch zum Durchtritt des Wasser-Abrasivmittel-Gemisches 11 aufweist. Zudem kann die Austrittsdüse 21 einen Ansatz 26 aufweisen, der an einen entsprechenden Ansatz oder Steg im Mischkammerkörper 120 zu liegen kommen kann. Auf diese Weise können in bezug auf die Eintrittstiefe der Austrittsdüse 21 in die Mischkammer 12 und in bezug auf den Innendurchmesser für den Durchtritt des Wasser-Abrasivmittel-Gemisches 11 unterschiedlich ausgebildete Austrittsdüsen 21 verwendet werden, die den entsprechenden gewünschten Schneid- bzw. Reinigungsparametern entsprechend dem gewünschten Einsatz angepaßt werden können. Der Grad des Hineinstehens der Austrittsdüse 21 in die Mischkammer 12 bestimmt die freie Weglänge bzw. den Abstand 20 des Wasserstrahls 15 zwischen dem Einlaß 13 und dem Auslaß 14, der bei dieser Ausgestaltung durch die trichterförmig 22 ausgebildete Düsenöffnung 23 gebildet wird.

Die Austrittsdüse kann wie in Fig. 5 dargestellt auch geteilt ausgeführt sein. Das bringt den Vorteil der einfacheren Herstellbarkeit der Präzisionsbohrung in der Hartstoffdüse, besonders bei kleinen Durchmessern, wege der kürzeren Bauweise der Düsenteile. Darüber hinaus braucht häufig nur die untere Düsenhälfte 211 ausgetauscht zu werden, wenn dies durch Verschleiß der Fokussierbohrung erforderlich wird. Das obere gebrauchte Düsenteil 210 hat nach nicht zu großen Betriebszeiten unter Beibehaltung der Strahlparameter häufig eine geeignete Einlaufgeometrie, als eine neue Düse, da sie durch die vorangegangene Abrasivstrahlbeaufschlagung eingeschliffen ist.

Im wesentlichen orthogonal zur Wasserstrahlachse 18 verläuft die Achse 17 des Abrasivmitteleinlasses 16, wobei in den Abrasivmitteleinlaß 16 wahlweise Buchsen 25 verschieden großen Durchmessers einsetzbar und befestigbar sind. Verschieden große Innendurchmesser der Buchse 25 werden in Anpassung an die gewählte freie Weglänge (Abstand) 20 gewählt, um die Effektivität der Vorrichtung 10 den geeignet gewählten Reinigungs- bzw. Schneidbedingungen anzupassen.

Die Ausrichtung der Abrasivdüsenbohrung 212 parallel und zentrisch zur Wasserstrahlachse 18 erfolgt vorteilhafterweise durch präzise Zylinder - und/oder Kegelpassungen 123, 124, 124, 126. In Verbindung mit einer präzise ausgeführten Abrasivdüsenbohrung 212 wird eine symmetrische Strahlbeaufschlagung der Abrasivdüse 21 erreicht, was zu geringen Fokussierverlusten und langer Lebensdauer der Abrasivdüse 21 führt.

Die Benutzung von Bauteilen mit größeren Toleranzen, insbesondere bei Austrittsdüsen 21 mit nicht zentrischer Austrittsdüsenbohrung 212, kann die Vorrichtung 10 mit geeigneten Justiermöglichkeiten ausgestattet werden.

Die Zentrierung des Hochdruck-Düsenhalters 122 mittels Konus, vergl. Fig. 5, 125, wird vorteilhaft eingesetzt, wenn häufiges Öffnen und Schließen der Mischkammer 12 z.B. zu Inspektionszwekken gewünscht wird, daß sie sicher mögliches Fressen der Zentrierflächen durch eindringende Harstoffteilchen verhindert.

Die Verwendung der Konuszentrierung 125 in Verbindung mit der Weichstoffdichtung 127 gestattet zusätzlich die nachträgliche Ausrichtung des Abrasivmitteleinlasses 16 an eine beliebige Stelle des Umfanges bei fertig montierter Vorrichtung 10 (Schneidkopf.

Unter Bezugnahme auf die Figuren 3 und 4 wird die Funktion der Vorrichtung 10 beschrieben. Ein Wasserstrahl 15, der der Vorrichtung, wie oben schon beschrieben, auf bekannte Weise zugeführt wird, durchquert die Mischkammer 12 vom Einlaß 13 zum Auslaß 14, wobei die freie Weglänge 20 auf vorbestimmte Weise geeignet eingestellt worden ist. Durch den Abrasivmitteleinlaß 16 wird Abrasivmittel 160 direkt und gezielt und im wesentlichen orthogonal zur Wasserstrahlachse 18 eingeschossen. Dabei wird das Abrasivmittel 160 beispielsweise von Luft mit einen Druck von 1 bar relativ zum Innendruck der Mischkammer 12 in die Mischkammer injiziert. Bei speziellen Anwendungen z.B. in hyperbaren Arbeitskammern unter Wasser kann das Abrasivmittel auch unter höheren Drücken relativ zum Innendruck der Mischkammer 12 zugegeben werden. Vorteilhafterweise sollten bei dieser Betriebsweise die Strahl-, Mischkammer-, und Abrasivzugabeparameter angepaßt werden. Unmittelbar nach Beginn des Einschusses des Abrasivmittels 160, das beispielsweise aus allen gebräuchlichen und natürlich oder synthetisch gewonnenen bzw. hergestellten Materialien wie Quarzsand, Granatsand, Kupferschlacke, Korund, Hartmetallpartikel oder sonstigen geeigneten Feststoffen bestehen kann, sammelt sich dieses um den Auslaß 14, der im vorliegenden Fall durch die in die Mischkammer hineinstehende Austrittsdüse 21 gebildet wird, an, und häuft sich auf und bildet zusammen mit einem in der Mischkammer 12 naturgemäß auftretenden Sprühwasseranteil ein befeuchtetes angehäuftes Abrasivmittel 161. Gleichzeitig wird ein sich im angehäuften Abrasivmittel 161 um den Auslaß 14 herum ausbildender Abrasivmittelkanal 162 gebildet und von diesem gelenkt wird das nachfolgende Abrasivmittel , das vom Abrasivmitteleinlaß 16 kommt, in den Wasserstrahl 15 gelenkt. Durch die Ablagerung des angehäuften Abrasivmittels 161 sind die Wandungen der Mischkammer 12 vor Erosion durch das Abrasivmittel 160 selbst geschützt, so daß auch wenig abriebfeste Werkstoffe zur Herstellung der Mischkammer 12 verwendet werden können, beispielsweise sol-

che, die leicht bearbeitbar sind und darüber hinaus kostengünstig bereitstellbar sind.

Durch die sich in Abhängigkeit der freien Weglänge 20 des Wasserstrahls 15 und in Abhängigkeit vom Druck des Abrasivmittels 160 selbständig ausbildende Geometrie des Abrasivmittelkanals 162 kann eine geeignete Vorbeschleunigung des Abrasivmittels 160 erfolgen, d. h. die Effektivität der Energieübertragung durch den Wasserstrahl 15 auf das Abrasivmittel optimiert und den jeweilig gewünschten Bedingungen angepaßt werden. Dabei sind die sich in der Durchgangsbohrung der Austrittsdüse 21 zur freien Düsenöffnung bewegenden Luftblasen geeignet, nochmals eine Steigerung der Energieübertragung auf das Abrasivmittel 160 zu bewirken. Die geeignete Dimensionierung des Öffnungsdurchmessers des Abrasivmitteleinlasses und auch der Zuführleitung des Abrasivmittels 160 zur Vorrichtung 10 selbst sind zur Erreichung einer optimalen Luftmenge deshalb ebenfalls zu beachten.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Vorrichtung 10 lassen sich Mischkammern 12 mit folgenden Leistungsdaten betreiben bzw. herstellen:

Druckbereich des Wasserstrahls : ca. 300 - 6.000 bar
hydraulische Leistung : 0,5 - 50 kw
Abrasivmenge : 0,1 - 10 kg/min
Luftmenge : 10 - 500 l/min.

Die Austrittsdüse 21 kann dabei Durchtrittsöffnungsdurchmesser von 0,5 bis 3 mm aufweisen, wobei die Länge der Austrittsdüse 21 zwischen 10 und 200 mm liegt. Die freie Weglänge (Abstand) 20 kann dabei zwischen 2 und 80 mm liegen.

Bezugszeichenliste

10 Vorrichtung
11 Wasser-Abrasivmittel-Gemisch
12 Mischkammer
120 Mischkammerkörper
121 Anschlußstück
122 Hochdruck-Düsenhalter
123 Elemente der Zentrierpassung
124 Elemente der Zentrierpassung
125 Elemente der Zentrierpassung
126 Elemente der Zentrierpassung
127 Weichstoffdichtung
13 Einlaß
14 Auslaß
15 Wasserstrahl
16 Abrasivmitteleinlaß
160 Abrasivmittel
161 angehäuftes Abrasivmittel
162 Abrasivmittelkanal
17 Achse des Abrasivmitteleinlasses
18 Wasserstrahlachse
19 Zylinderachse
20 freie Weglänge (Abstand)
21 Austrittsdüse
210 Oberteil
211 Unterteil
212 Austrittsdüsenbohrung
22 trichterförmige Ausbildung
23 Düsenöffnung
24 Hochdruck-Düseneinsatz
240 Hochdruckwasserdüse
25 Buchse
26 Ansatz
27 Mischkammerboden

Ansprüche

1. Verfahren zum Schneiden und Reinigen von Gegenständen sowie zum gezielten Materialabtrag mittels eines unter Hochdruck befindlichen, eine Mischkammer von einem Einlaß zu einem Auslaß durchquerenden Wasserstrahls, dem ein Abrasivmittel in der Mischkammer durch Einbringung in den Wasserstrahl beigemischt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Abrasivmittel in der Mischkammer direkt und gezielt in den diese durchquerenden Wasserstrahl gegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Abrasivmittel derart in die Mischkammer gegeben wird, daß sich dieses auch um den Auslaß herum unter Bildung eines Abrasivmittelkanals ansammelt.

3. Verfahren nach einem oder beiden der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Abrasivmittel derart in die Mischkammer gegeben wird, daß es sich an allen Wandungen der Mischkammer ablagert.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Abrasivmittel im wesentlichen orthogonal zur Wasserstrahlachse in den Wasserstrahl gegeben wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Abrasivmittel im atmosphärischen Druckbereich in die Mischkammer gegeben wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Abrasivmittel in einem Druckbereich von 1 bis 120 bar in die Mischkammer gegeben wird.

7. Vorrichtung zum Schneiden und Reinigen von Gegenständen mittels eines unter Hochdruck befindlichen Wasserstrahls, in dem ein Abrasivmittel enthalten ist, umfassend eine Mischkammer, die von einem Einlaß zu einem Auslaß vom Wasserstrahl durchquert wird, sowie einen Einlaß in die Mischkammer für die Zufuhr von Abrasivmittel, zur

Ausführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (17) des Abrasivmitteleinlasses (16) in die Mischkammer (12) im wesentlichen orthogonal zur Wasserstrahlachse (18) in der Mischkammer (12) verläuft.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischkammer (12) einen im wesentlichen zylindrischen Querschnitt mit der Wasserstrahlachse (18) als Zylinderachse (19) aufweist, wobei deren Durchmesser größer als die freie Weglänge (20) des Wasserstrahls durch die Mischkammer ist.

9. Vorrichtung nach einem oder beiden der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischkammer (12) um den Auslaß (14) herum trichterförmig ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Düse (21) zum Austritt des Wasser-Abrasivmittel-Gemisches (11) aus der Vorrichtung (10) wenigstens teilweise in die Mischkammer (12) hineinsteht.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsdüse (21) im Zentrum der zylindrisch ausgebildeten Mischkammer (12) ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach einem oder beiden der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsdüse (21) aus einem Hartstoff besteht.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsdüse (21) mehrteilig (210, 211) ausgebildet ist.

14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsdüse (21) an ihrer zur Mischkammer (12) gewandten Seite trichterförmig und sich zur Mischkammer (10) hin vergrößernd ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsdüse (21) an ihrer zur Mischkammer (12) gewandten Seite eine die Düsenöffnung (23) vergrößernde Eintrittsbohrung aufweist.

16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (20) (freie Weglänge) zwischen dem Einlaß (13) und dem Auslaß (14) des Wasserstrahls (15) in der Mischkammer (12) einstellbar ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (20) durch Verschiebung der Austrittsdüse (21) und/oder eines Düsenhalters (122) einstellbar ist.

18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Abrasivmitteleinlasses (16) veränderbar ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß in den Abrasivmitteleinlaß (16) zur Querschnittsveränderung eine Buchse (25) mit geeignet gewähltem Durchgangslochquerschnitt einsetzbar ist.

20. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl in die Mischkammer (12) weisende Abrasivmitteleinlässe (16) vorgesehen sind.

21. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zentrierung der Abrasivdüsenbohrung (212) zur Wasserstrahlachse (15) durch Präzisionszylinder - und/oder Konuspassungen erreicht wird.

Fig. 1

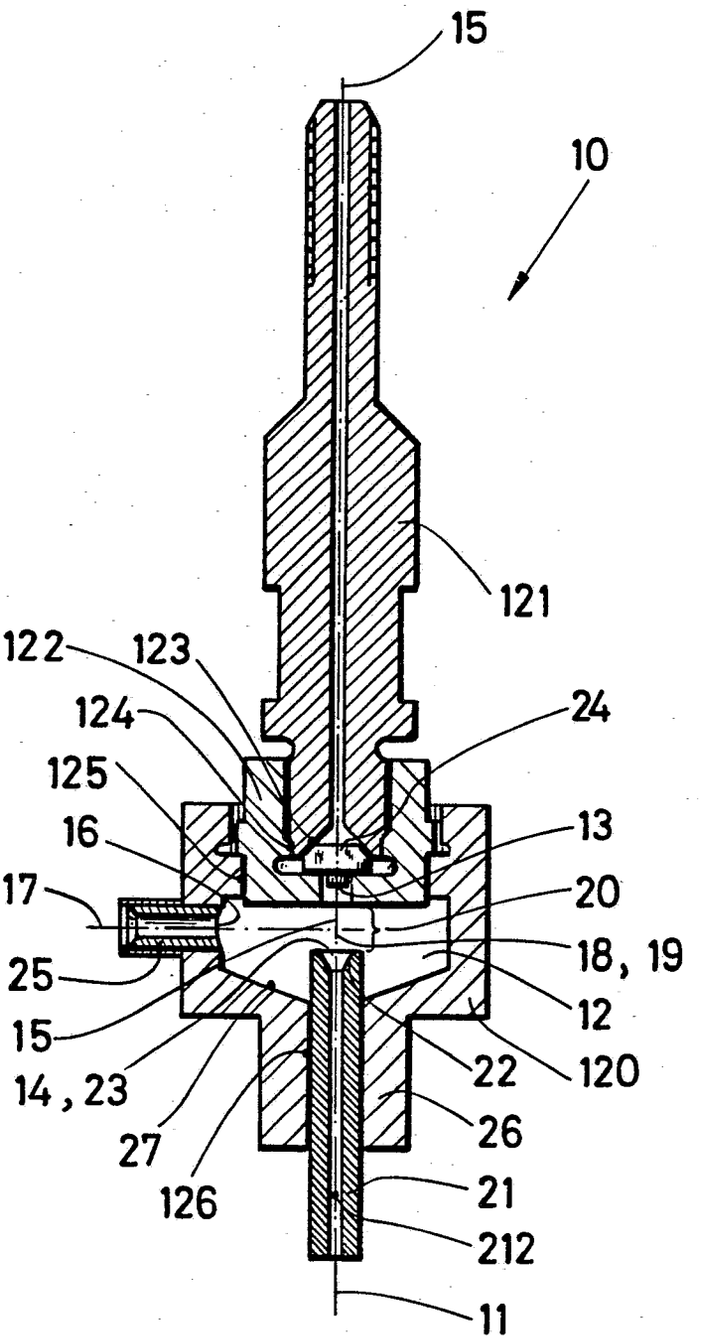

15
10
121
122
123
124
125
16
17
25
15
14, 23
27
126
24
13
20
18, 19
12
120
22
26
21
212
11

Fig. 2

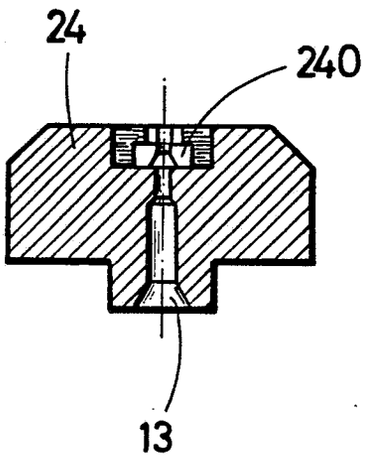

24
240
13

Fig. 3

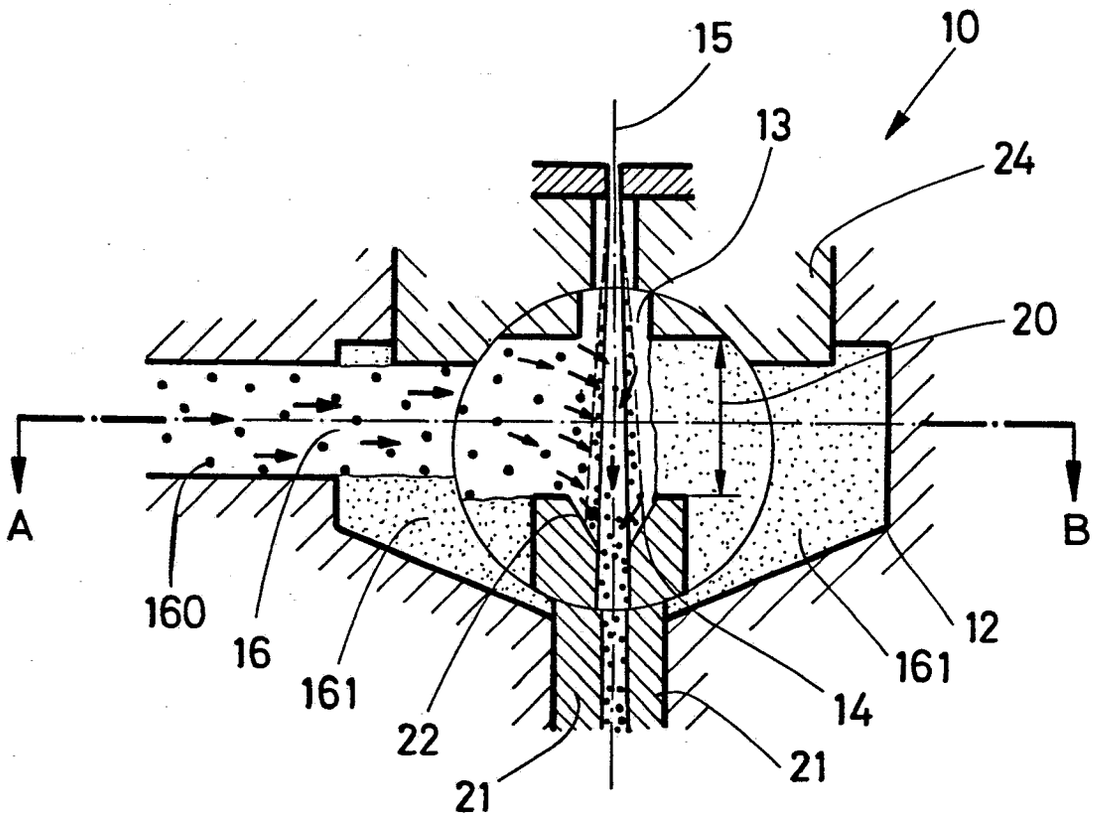


Fig. 4

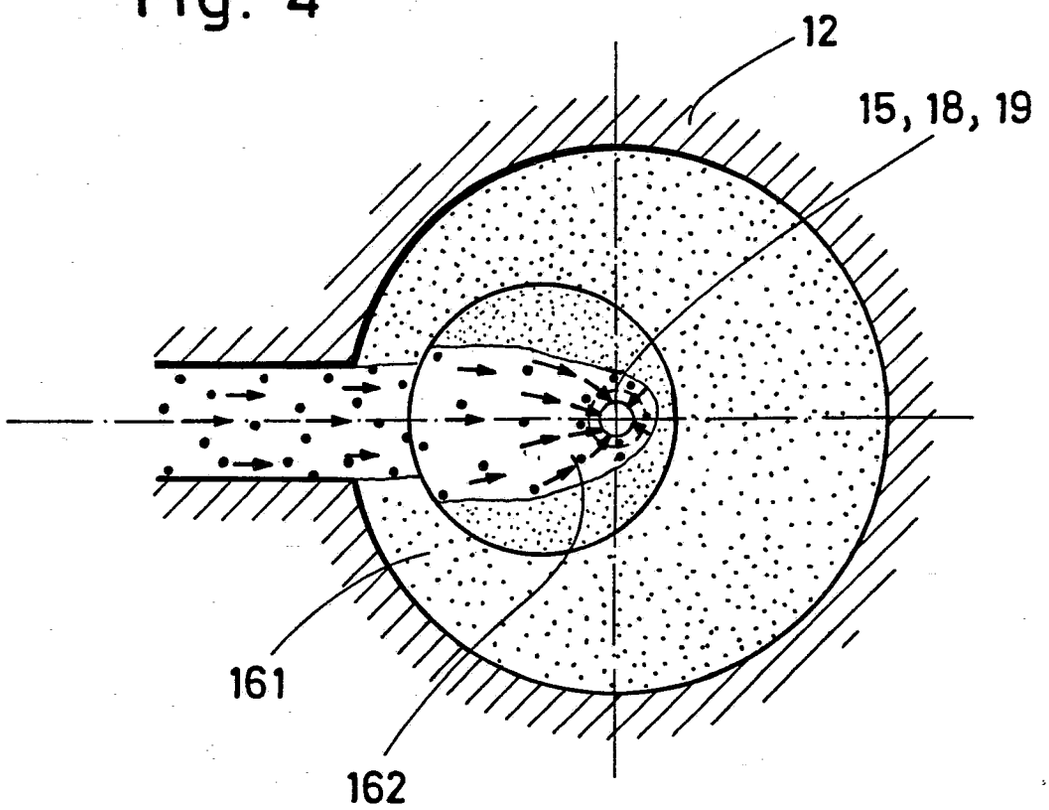


Fig. 5

