



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.2025 Patentblatt 2025/22

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B08B 9/093^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23200403.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**B08B 9/0936; B05B 3/028; B05B 3/0445;
B05B 3/066; F03B 13/00**

(22) Anmeldetag: **28.09.2023**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Henze, Chris**
01069 Dresden (DE)
• **Hesse, Max**
01067 Dresden (DE)
• **Boye, André**
01156 Dresden (DE)

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur
Förderung
der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(74) Vertreter: **Gottfried, Hans-Peter**
Patentanwalt
Messering 8f
01067 Dresden (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR INNENREINIGUNG EINES BEHÄLTERS**

(57) Vorrichtung (1) und Verfahren zur Innenreinigung von Behältern, umfassend einen Zielstrahlreiniger, der seinerseits wenigstens eine Düse (6) zur Abgabe von Reinigungsflüssigkeit in Form eines Strahls (10) umfasst, wobei der mindestens eine Düse (6) über einen Zuführkanal (3) die Reinigungsflüssigkeit zugeführt wird, wobei eine Antriebseinrichtung und eine Steuerungseinrichtung (12) zum Steuern der Antriebseinrichtung eine Bewegung der Düse (6) um mindestens zwei Achsen (34, 36) ermöglichen, wobei die mindestens zwei Achsen (34, 36), eine erste Achse (34) und eine zweite Achse (36), in einem Winkel zueinander ausgerichtet sind, der es ermöglicht, dass die Düse (6) in einem frei wählbaren Winkel im Raum auszurichten, wobei die Antriebseinrichtung einen ersten Antrieb (30) zum Ausführen der Drehbewegung der wenigstens einen Düse (6) um die erste Achse (34) und wenigstens einen zweiten Antrieb (32) zum Ausführen der Drehbewegung der Düse (6) um die zweite Achse (36) aufweist, wobei der wenigstens eine zweite Antrieb (32) zur unabhängigen Drehbewegung der Düse (6) zumindest um die zweite Achse (36) unabhängig steuerbar ist, und zwar derart, dass der aus der Düse (6) austretende Strahl (10) eine Bahn mit einem flexiblen Verlauf beschreiben kann. Nach der Erfindung ist der Zuführkanal (3) mit einer fluidgetriebenen Turbinenanordnung (20) strömungsmechanisch verbunden. Die Turbinenanordnung (20) wird von Reinigungsflüssigkeit durchströmt und wenigstens eine Turbine (22, 24) der Turbinenanordnung (20) bewegt, während die Reinigungsflüssigkeit der wenigstens einen Düse (6) zugeleitet wird. Die wenigstens eine Turbine (22, 24) treibt einen Generator (26) zur Erzeugung von Elektroenergie

an.

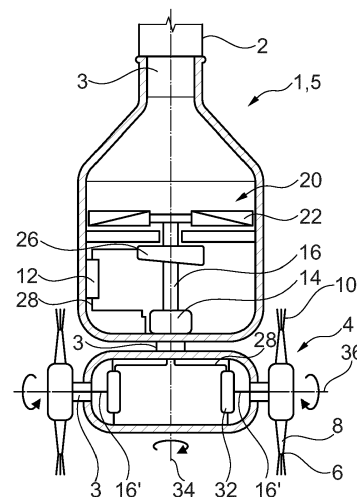


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Innenreinigung von Behältern, umfassend einen Zielstrahlreiniger, der seinerseits wenigstens eine Düse zur Abgabe von Reinigungsflüssigkeit in Form eines Strahls umfasst, wobei der mindestens eine Düse über einen Zuführkanal die Reinigungsflüssigkeit zugeführt wird. Eine Antriebseinrichtung und eine Steuerungseinrichtung zum Steuern der Antriebseinrichtung ermöglichen eine Bewegung der Düse um mindestens zwei Achsen, wobei die mindestens zwei Achsen, eine erste Achse und eine zweite Achse, in einem Winkel zueinander ausgerichtet sind, der es ermöglicht, die Düse in einem frei wählbaren Winkel im Raum auszurichten. Die Antriebseinrichtung weist einen ersten Antrieb zum Ausführen der Drehbewegung der wenigstens einen Düse um die erste Achse und wenigstens einen zweiten Antrieb zum Ausführen der Drehbewegung der Düse um die zweite Achse auf. Der wenigstens eine zweite Antrieb ist zur unabhängigen Drehbewegung der Düse zumindest um die zweite Achse unabhängig steuerbar, und zwar derart, dass der aus der Düse austretende Strahl eine Bahn mit einem flexiblen Verlauf beschreiben kann.

[0002] Die Vorrichtung umfasst eine Antriebseinrichtung und eine Steuerungseinrichtung zum Steuern der Antriebseinrichtung. Die Antriebseinrichtung weist einen ersten Antrieb zum Ausführen der Drehbewegung der wenigstens einen Düse um die erste Achse und wenigstens einen zweiten Antrieb zum Ausführen der Drehbewegung der Düse um die zweite Achse auf. Die erste und die zweite Achse sind vorzugsweise senkrecht zueinander ausgerichtet.

[0003] Der erste und der wenigstens eine zweite Antrieb sind vorzugsweise zur unabhängigen Drehbewegung der Düse um mindestens die zweite Achse unabhängig steuerbar, und zwar derart, dass der aus der Düse austretende Strahl eine Bahn mit einem flexiblen Verlauf, einer hohen Flexibilität bei der Bahnplanung, insbesondere innerhalb des Raums, Behälters oder Tanks, beschreiben kann. Die Vorrichtung soll aufgrund ihrer Bewegungscharakteristik ein gerichtetes helixförmiges Reinigungsmuster auf den Behälteroberflächen von einem Start- zu einem Endpunkt (z. B. von oben nach unten) ausbilden, alternativ auch ein Ringmuster, ein gezacktes Ringmuster oder andere geeignete Muster.

STAND DER TECHNIK

[0004] Bei der automatisierten Reinigung von vornehmlich großen oder schwer zu reinigenden Behältern und Tanks kommen sogenannte Zielstrahlreiniger zum Einsatz. Diese sind zweiachsig rotierende Reinigungssysteme, die entweder durch die einströmende Reinigungsflüssigkeit selbst, wobei im Falle von Schwallreinigern die austretende Flüssigkeit einen Rückstoß erzeugt, oder auf andere Weise angetrieben werden. Bei

flüssigkeitsangetriebenen Zielstrahlreinigern erfolgt der Antrieb auch mittels einer Turbine um die vertikale Achse. Vorzugsweise ist der Schwallreiniger mit Sensorik für Verschmutzung, Temperatur, Rotationsgeschwindigkeit, Durchfluss o. ä. bzw. mit Prozesstechnik ausgestattet.

[0005] Zur Übertragung der Drehbewegung auf die zweite Achse (horizontal, 90° zur ersten Achse) wurden nach dem Stand der Technik vornehmlich komplexe mechanische Getriebe eingesetzt, die zumeist ein Übersetzungsverhältnis von etwa, jedoch nicht genau 1:1 erreichen. Somit dreht sich die eine Achse geringfügig schneller, als die andere. Aufgrund dieser Differenz kann über wenige Vollstrahldüsen das typische Reinigungs- bzw. Netzmuster auf der Behälterinnenwand ausgebildet werden. Dabei überschneiden sich allerdings Bereiche, die mehrfach von dem Flüssigkeitsstrahl des Reinigungsmittels überstrichen werden.

[0006] Dieses typische Netzmuster, das während der Reinigung mit jeder Umdrehung um die vertikale Achse immer enghäufiger wird, hat jedoch entscheidende Effizienz Nachteile. Die Bahnen schneiden sich permanent, wodurch einzelne Bereiche stärker als nötig gereinigt werden. Dadurch werden die Ressourcen, insbesondere Zeit, Reinigungsmittel, Wasser und Energie, nicht effizient genutzt.

[0007] Abhilfe kann der Einsatz eines Zielstrahlreinigers mit einer helixförmigen Strahlbahn schaffen, bei dem die Wirkung darin besteht, dass Behälter bzw. Tanks von oben (Behälterdecke) nach unten (Behälterboden) bzw. von einer zur anderen Seite mittels einer oder mehrerer Helixbahnen gereinigt werden können. Es kommt nicht, wie bei herkömmlichen Strahlbahnen von Zielstrahlreinigern zu Kreuzungen und für das Reinigungsergebnis irrelevanten Überlappungen des Reinigungsflüssigkeitsstrahls.

[0008] Die Herausforderung bei der Entwicklung eines solchen Zielstrahlreinigers besteht in der Realisierung des benötigten hohen Übersetzungsverhältnisses zwischen der vertikalen und der horizontalen Drehachse und der gleichzeitigen Einhaltung einer kompakten Bauweise.

[0009] Die Vorteile von Reinigern mit Helixbahn sind:

- keine Mehrfachüberspritzung bzw. überlappende Reinigung, was zu kürzeren Reinigungszeiten und dadurch verringertem Einsatz an (Ab-) Wasser, Reinigungsschemie, Energie führt sowie eine höhere Anlagenverfügbarkeit zur Folge hat;
- Erhöhung der Schwallreinigungseffekte (gleichmäßig, schwallweises Überströmen der Oberflächen mit abfließender Reinigungsflüssigkeit), was zu einer schnelleren Reinigung, vor allem im Mantelbereich der Behälter, durch Vorschädigung der Verschmutzung führt;
- bereits gereinigte Bereiche werden nicht systematisch wieder von einem Gemisch aus Reinigungsflüssigkeit und Verschmutzung überströmt;
- gelöste Verschmutzung wird durch kreisende Bewe-

gung der Flüssigkeit gezielt zum Abfluss hin ausge-
tragen.

[0010] Den geschilderten technischen Problemen bzw. Herausforderungen wird derzeit nur mit Zielstrahl-
reinigern in Großbauweise (z. B. für die Reinigung von
Öltankern) mit elektromagnetischer Hysterese Kupplung
und nur einer Düse begegnet. Dabei wird die beschrie-
bene Helixbahn ("Helical cleaning pattern"), wie bereits
erläutert abgefahren und das für das hohe Überset-
zungsverhältnis zuständige Getriebe ist außerhalb des
Tanks angebracht.

[0011] Weitere Zielstrahlreiniger sind aus dem Stand
der Technik bekannt. Nach der Druckschrift DE 10 2015
206 987 A1 sind das rohrförmige Element (3) und das
mindestens eine Rotorelement (2) über ein Getriebe
miteinander verbunden. Das Getriebe bewirkt eine Dreh-
bewegung des rohrförmigen Elements (3) parallel zur
mittleren Längsachse des rohrförmigen Elements (3) und
eine Drehbewegung des mindestens einen Rotorele-
ments (2) senkrecht zur Längsachse des rohrförmigen
Elements (3) mit mindestens zwei unterschiedlichen
Übersetzungsstufen. Mit der Drehbewegung des rohr-
förmigen Elements (3) ist eine Rotation des Rotorele-
ments (2) oder mit einer Drehbewegung des Rotorele-
ments (2) eine Rotation des rohrförmigen Elements (3)
erreichbar. Hier sind zwar zwei unterschiedliche Über-
setzungsstufen einstellbar. Darüber hinaus kann das
Reinigungsbild jedoch nicht variiert werden und die Pro-
bleme des Stands der Technik allenfalls abgemildert
werden. Nachteilig ist weiterhin, dass mit größerem Dü-
senabstand der Bahnabstand steigt, wobei bei größerem
Düsenabstand zusätzlich die Reinigungswirkung ab-
nimmt. Dies liegt in einem geringeren Aufpralldruck
und einer höheren Umfangsgeschwindigkeit auf der
Tankoberfläche begründet. Dies ließe sich nur durch
einen geringeren Bahnabstand kompensieren für die
gleiche Reinigungswirkung. Ebenso lässt sich die Reini-
gungsintensität für schwerer zu reinigende Bereiche (z.
B. Prozessstutzenkreis) durch einen verringerten Bahn-
abstand oder mehrmaliges Überfahren nicht anforde-
rungsgerecht erhöhen.

[0012] Noch ein anderes, aus der Druckschrift EP 892
685 B1 bekanntes System ist derzeit in der Lage, opti-
mierte Helixbahnen abzufahren. Dies betrifft jedoch ei-
nen Zielstrahlreiniger, bei dem sogar beide Achsen aktiv
und unabhängig voneinander angetrieben werden, d.h.
sie sind nicht über ein Getriebe gekoppelt. Somit können
beliebige Bewegungsprofile abgefahren werden. Auf-
grund des hohen konstruktiven Aufwands beim Antrieb
der zweiten Achse im Nassbereich ist das beschriebene
System sehr komplex sowie teuer und erscheint somit als
noch wenig praxisrelevant.

[0013] Eine weitere Reinigungsvorrichtung ist in der
Druckschrift EP 3 517 226 A2 beschrieben. Diese Reini-
gungsvorrichtung zur Reinigung mit einer Reinigungs-
flüssigkeit, insbesondere zur Reinigung von Hohlkör-
pern, umfasst einen rohrförmigen Abschnitt, einen um

eine erste Rotationsachse rotierbaren Reinigungskopf
an einem Reinigungskopfbereich des rohrförmigen
Abschnitts, mindestens einen um eine zumindest im
Wesentlichen senkrecht zur ersten Rotationsachse aus-
gerichtete zweite Rotationsachse rotierbaren Sprüharm
am Reinigungskopf, eine Antriebsvorrichtung zum An-
trieb des Reinigungskopfes und des Sprüharms an ei-
nem dem Reinigungskopfbereich gegenüberliegen-
den Antriebsendbereich des rohrförmigen Abschnitts
und eine Reinigungsflüssigkeitsleitung für die Reini-
gungsflüssigkeit, welche durch den rohrförmigen Ab-
schnitt hindurch verläuft. Vorgeschlagen wird ein Verlauf
der Reinigungsflüssigkeitsleitung zudem durch den Rei-
nigungskopf und den Sprüharm hindurch, bevor sie in
mindestens einer Austrittsöffnung mündet, wobei die
Reinigungsflüssigkeitsleitung gegenüber einem Reini-
gungsvorrichtungsinnenraum flüssigkeitsdicht ausgebil-
det ist. Alle Reinigungsvorrichtungskomponenten sind
außerhalb der Reinigungsflüssigkeitsleitung angeord-
net. Der Antrieb des um die zweite Rotationsachse ro-
tierbaren Sprüharms erfolgt über Getriebe und Wellen
von einer zentralen Motoranordnung im oberen Bereich
der Reinigungsvorrichtung, der außerhalb des Hohlkör-
pers angeordnet ist.

AUFGABE

[0014] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Bahn eines
Zielstrahlreiniger flexibel zu steuern und hierfür eine Vor-
richtung anzubieten, die einfach aufgebaut ist, insbeson-
dere keine Anforderungen an die Energieversorgung
stellt und im Reinigungsmittel keine Verunreinigungen
verursacht.

VORRICHTUNG

[0015] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer
Vorrichtung zur Innenreinigung von Behältern gelöst, die
einen Zielstrahlreiniger umfasst, der seinerseits wenig-
stens eine Düse zur Abgabe von Reinigungsflüssigkeit in
Form eines Strahls umfasst, wobei der mindestens einen
Düse über einen Zuführkanal die Reinigungsflüssigkeit
zugeführt wird. Eine Antriebseinrichtung ermöglicht eine
Bewegung der Düse um mindestens zwei Achsen, wobei
die mindestens zwei Achsen, eine erste Achse und eine
zweite Achse, in einem Winkel zueinander ausgerichtet
sind, der es ermöglicht, dass die Düse in verschiedene,
vorzugsweise in jede beliebige Richtung positioniert bzw.
frei im Raum, in einem frei wählbaren Winkel, ausge-
richtet werden kann.

[0016] Die Antriebseinrichtung weist einen ersten An-
trieb zum Ausführen der Drehbewegung der wenigstens
einen Düse um die erste Achse und wenigstens einen
zweiten Antrieb zum Ausführen der Dreh- oder Schwenk-
bewegung der Düse um die zweite Achse auf. Der we-
nigstens eine zweite Antrieb sind zur unabhängigen
Drehbewegung der Düse um mindestens die zumeist
horizontale zweite Achse unabhängig steuerbar, und

zwar derart, dass der aus der Düse austretende Strahl jede beliebige Bahn, insbesondere innerhalb des Behälters, eines Raums oder Tanks, beschreiben kann. In alternativen Ausführungsformen kann auch der erste Antrieb zur Bewegung um die zumeist vertikale erste Achse steuerbar sein. Eine Steuerungseinrichtung dient zum Steuern der Antriebseinrichtung.

[0017] Nach der Erfindung ist der Zuführkanal für das Reinigungsfluid mit einer fluidgetriebenen Turbinenanordnung strömungsmechanisch verbunden. Insbesondere ist die Turbinenanordnung in dem Zuführkanal selbst angeordnet, kann aber auch in einem Bypass angeordnet sein oder ihr wird auf andere Weise das Reinigungsfluid zugeleitet. Die Turbinenanordnung wird jedenfalls von Reinigungsflüssigkeit durchströmt und bewegt wenigstens eine Turbine, die wesentlicher Bestandteil der Turbinenanordnung ist, während die Reinigungsflüssigkeit der wenigstens einen Düse zugeleitet wird. Die Turbine ist vorzugsweise mit mehreren radial abragenden Turbinenschaufeln ausgestattet, durch die aus dem Fluidstrom das Drehmoment gewonnen wird. Die Turbinenschaufeln können auch schraubenförmig ausgeführt und die Turbine entlang der Strömungsrichtung gestreckt sein, sodass auch bei geringer Strömungsgeschwindigkeit ein hohes Drehmoment gewonnen werden kann.

[0018] Die Turbine kann auch als Lanzenturbine so ausgeführt sein, dass wenigstens eine Antriebsdüse an einem Rotorelement, insbesondere wenigstens einer Turbinenlanze, angeordnet ist und ein tangentialer Austritt wenigstens eines Teils des Reinigungsmittels aus der Antriebsdüse für einen Vortrieb und damit zur Drehung der Lanzenturbine sorgt. Durch Steuerung der Menge an Reinigungsmittel kann die Drehzahl der Lanzenturbine eingestellt werden. Die Drehmomente des Antriebs der Lanzenturbine wirken über den Hebelarm, der durch den Abstand der Austrittsdüsen zur Rotationsachse der Lanzenturbine vorgegeben ist, in Verbindung mit dem Druck der Reinigungsflüssigkeit und dem aus den Antriebsdüsen austretenden Volumenstrom der Reinigungsflüssigkeit.

[0019] Die wenigstens eine Turbine treibt einen Generator zur Erzeugung von Elektroenergie an. Die Elektroenergie wird für den Betrieb einer Steuerungseinrichtung und von Sensoren, aber auch von Antriebsmotoren, wie nachfolgend näher ausgeführt.

[0020] Nach einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst der erste Antrieb ein Zykloidgetriebe, über das die Übertragung der Drehbewegung der Turbinenanordnung auf die wenigstens eine Düse und deren Drehbewegung um die erste Achse erfolgen, wobei in einem Antriebskopf zumindest die Turbinenanordnung, der Generator, die Steuerungseinrichtung, das Zykloidgetriebe und der wenigstens eine zweite Antrieb angeordnet sind, und wobei die wenigstens eine Düse an einem Rotationskopf angeordnet ist, der mit dem Antriebskopf an dessen vom Zuführkanal abgewandten Ende verbunden ist.

[0021] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung wird

zumindest der wenigstens eine zweite Antrieb als Elektromotor ausgebildet ist und durch die Elektroenergie aus dem Generator angetrieben. Alternativ dazu ist ein Schwallreiniger vorgesehen, bei dem die Bewegung der Düse um die zweite Achse durch den Rückstoß der aus der Düse austretenden Reinigungsflüssigkeit hervorgerufen wird. Bevorzugt ist dieser zusätzlich mit Sensoreinrichtungen für Verschmutzung, Temperatur, Rotationsgeschwindigkeit, Durchfluss o. ä. sowie darüber hinaus mit Prozesstechnik ausgestattet.

[0022] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Innenreinigung von Behältern, kann die Turbinenanordnung auch über eine steuerbare Kupplung an die nachfolgenden Aggregate, insbesondere den Generator, angekuppelt sein.

[0023] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung können mit in den untergeordneten Ansprüchen bezeichneten Merkmalen realisiert werden. So hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Turbinenanordnung den ersten Antrieb zum Ausführen der Drehbewegung, vorzugsweise über ein Getriebe zur Anpassung der Drehzahl, der wenigstens einen Düse um die erste Achse bildet. Insoweit besteht eine direkte mechanische Verbindung von der Turbine zum Rotationskopf bzw. dem Antrieb der Bewegung um die erste Achse im Allgemeinen. Auch in diesem Fall kann die Turbine über eine insbesondere steuerbare Kupplung an den Rotationskopf bzw. das vorgelagerte Getriebe angekuppelt sein.

[0024] Nach einer alternativen Ausführungsform werden beide Achsen, die erste und die zweite Achse, elektrisch angetrieben, sodass die Turbinenanordnung nur mit dem Generator gekoppelt ist und die erzeugte Elektroenergie dazu dient, den Antrieb beider Achsen über Elektromotoren sicherzustellen. Dadurch können auch schalttechnisch anspruchsvollere Strategien für die Reinigung, z. B. Puls-Pause-Betrieb, angewendet werden.

[0025] Nach einer bevorzugten Ausführungsform weist wenigstens eine Turbine eine verstellbare Strömungsleiteinrichtung zur Variation des Energieeintrags aus dem Volumenstrom in die Turbine auf. Diese Einrichtung kann z. B. als Ventil im Volumenstrom, das den Volumenstrom steuert, als verstellbare Leitschaufeln im Umfeld, insbesondere in Strömungsrichtung über der Turbine oder als verstellbare Turbinenschaufeln der Turbine selbst ausgeführt sein.

[0026] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform weist eine Turbinenanordnung auf, die zwei separat drehbare Turbinen aufweist. Die erste Turbine bildet zugleich den ersten Antrieb und ermöglicht die Bewegung der Düse um die erste Achse, indem sie mit dem mechanischen Getriebe gekoppelt ist. Die zweite Turbine treibt den Generator an. Durch die Trennung können beide Turbinen gesondert und unabhängig voneinander insbesondere strömungsmechanisch gesteuert werden und die Bewegung der Düse um die erste Achse von der Erzeugung von Elektroenergie getrennt werden. Alternativ treibt eine einzige Turbine den Generator an und übernimmt zugleich den mechanischen Antrieb der

Drehbewegung der Düse um die erste Achse.

[0027] Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Turbinenanordnung von Reinigungsflüssigkeit durchströmt und angetrieben wird, während die Reinigungsflüssigkeit der wenigstens einen Düse zugeleitet wird. Die Turbinenanordnung ist dazu im Hauptzustrom des Reinigungsmittels angeordnet.

[0028] Nach einer vorteilhaften Weiterbildung sind zwei Düsen mit jeweils einem gesondert steuerbaren zweiten Antrieb umfasst. Diese Düsen können auch doppelt oder mehrfach ausgeführt sein, sodass jeder der zweiten Antriebe, die der Ausführung der Schwenk- oder Drehbewegung um die zweite Achse dienen, eine Doppel- oder Mehrfachdüse bewegt.

[0029] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht zumindest eine Steuerungseinrichtung zur vorzugsweise zustandsbasierten Regelung des Reinigungsprozesses vor. Vorteilhafterweise ist von der Steuerungseinrichtung zudem wenigstens eine Sensoreinrichtung umfasst, wobei die Sensoreinrichtung wenigstens einen Verschmutzungssensor und wenigstens eine Lichtquelle umfasst, und wobei die Sensoreinrichtung mit der Steuerungseinrichtung zumindest zur Übertragung von Sensordaten verbunden ist, wobei die Steuerungseinrichtung zur Ausführung wenigstens eines Computerprogramms eingerichtet ist.

[0030] Der Verschmutzungssensor, insbesondere als optischer Sensor, beispielsweise eine Kamera, ausgeführt, sucht die Umgebung nach verschmutzten Bereichen ab. Bevorzugt beruht die Funktion dieses optischen Sensors auf einem Lumineszenzeffekt. Dabei wird beispielsweise ein Lichtspektrum ausgesandt, das bei der erwartbaren Verschmutzung (z. B. Bakterienbelag) einen einfach detektierbaren Lumineszenzeffekt hervorruft. Alternativ dazu ist es auch möglich, ein Mittel auf die zu prüfende Oberfläche aufzutragen, das bei der vorgesehenen Beleuchtung in Zusammenwirken mit der zu entfernenden Verschmutzung einen Lumineszenzeffekt hervorruft. Als vorteilhaft hat sich auch die Verarbeitung von Aufnahmen bei unterschiedlichen Lichtspektren erwiesen. Auf diese Weise können bedarfsgerecht nur die Bereiche gereinigt werden, welche auch verschmutzt sind. Zudem kann der Reinigungsverlauf überwacht und der Reinigungserfolg kontrolliert werden.

[0031] Besonders günstig ist es deshalb, wenn die Einrichtung zur Erkennung von Anhaftungen als ein optischer Detektor unter Nutzung eines Lumineszenzeffekts der Anhaftung durch von der Reinigungsvorrichtung oder in dem Anwendungsraum emittierte Lichtstrahlung ausgeführt ist. Die Wellenlänge kann beispielsweise außerhalb des sichtbaren Spektrums liegen und zumindest teilweise das UV- oder das IR-Spektrum umfassen.

[0032] Bei jeder der Ausführungsformen ist die durch die Beleuchtungseinrichtung emittierte Wellenlänge mit der Art der Anhaftung insoweit abgestimmt, dass ein Lumineszenzeffekt der Anhaftung genutzt wird. Beispielsweise können bestimmte bakterielle Beläge unter UV-Licht einen Lumineszenzeffekt aufweisen und sind

dadurch mit einem von der Erfindung vorgesehenen optischen Detektor gut erkennbar. Vor allem ist das gewonnene Bild gut auswertbar und das Ergebnis kann in einen Steuerungsablauf einfließen.

[0033] Die Einrichtung zur Erkennung von Anhaftungen ist bei einer alternativen Ausführungsform in der Weise ausgestaltet, dass NIR- oder MIR-Spektroskopie im Reflexionsverfahren ausführbar ist.

[0034] Die Sensoreinrichtung ist mit der Steuerungseinrichtung zur Übertragung von Sensordaten verbunden. In der Steuerungseinrichtung laufen während des Reinigungsbetriebes ein oder mehrere Computerprogramme ab, insbesondere zwei Computerprogramme, eines, das den Reinigungsprozess steuert, und ein weiteres, das bestärkendes Lernen als eine Form des maschinellen Lernens im Interesse der weiteren Optimierung des Reinigungsprozesses durchführt. Hierzu weist die Steuerungseinrichtung ausreichend leistungsstarke Computerkomponenten, zumindest einen Prozessor und einen Arbeitsspeicher, auf.

[0035] Das oder die in der Steuerungseinrichtung ablaufenden Computerprogramme, vor allem aber Maschinelles Lernen zur Optimierung des Reinigungsprozesses, wie unten näher beschrieben, können auch extern auf einen separaten Server ausgelagert werden, der die nötige bzw. eine höhere Rechenkapazität besitzt. In dem Fall muss die Steuerungseinrichtung nur einfache Steuerungsaufgaben übernehmen und sammelt Daten des Verschmutzungssensors, um diese an den Server zu schicken. Gemäß der vorliegenden wird auch die Ausführung auf dem separaten Server als Ausführung in der Steuerungseinrichtung angesehen.

[0036] Vorteilhafterweise nimmt die Steuerungseinrichtung die Steuerung zumindest des wenigstens einen zweiten Antriebs, die Wandlung einer konstanten Spannung für die Batterieladung und das Energiemanagement vor. Auch die Steuerung der verstellbaren Strömungsleiteneinrichtung, soweit diese implementiert ist, erfolgt vorzugsweise mittels der Steuerungseinrichtung. Die Batterie, der Akku dient insbesondere als Puffer und als Anlaufhilfe für die Prozesssensorik, die diejenigen Sensoren umfasst, die den Reinigungsprozess überwachen. Die Sensoren erfassen insbesondere Temperatur und Durchflussmenge der Reinigungsflüssigkeit und/oder die Rotationsgeschwindigkeit der Düse um die beiden Achsen.

[0037] Der Akku sowie auch der Generator sind hierzu entsprechend mit der Prozesssensorik verbunden. Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, wenn die sensorische Nachkontrolle auf Restverschmutzungen hierdurch realisiert werden kann. Auch nachdem der Reinigungsprozess zum Ende gekommen ist und die Turbine steht, können mittels der in der Batterie gespeicherten Energie diese Kontrollvorgänge noch ausgeführt werden. Die danach noch verbleibende Energie dient beim nächsten Reinigungsvorgang, um einen Systemstart realisieren zu können, sodass von Anbeginn gesteuert gereinigt wird.

[0038] Bestärkendes Lernen, auch als verstärkendes Lernen bezeichnet (englisch reinforcement learning), steht für eine Reihe von Methoden des Maschinellen Lernens, bei denen ein Agent selbstständig eine Strategie erlernt, um erhaltene Belohnungen zu maximieren. Dabei wird dem Agenten nicht vorgezeigt, welche Aktion in welcher Situation die beste ist, sondern er erhält zu bestimmten Zeitpunkten eine Belohnung, die auch negativ sein kann. Anhand dieser Belohnungen approximiert er eine Nutzenfunktion, die beschreibt, welchen Wert ein bestimmter Zustand oder Aktion hat. Bestärkendes Lernen wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung dafür eingesetzt, eine Parameteroptimierung (z. B. Wasserdruck, Wassertemperatur, Reinigungszusätze, Wartezeiten, Reinigungsbahnen u. Ä.) durchzuführen. Das bedeutet, dass auf Basis der Daten des Verschmutzungssensors eine Optimierung mittels Maschinellen Lernen durchgeführt werden soll, welche ein optimiertes Reinigungsprogramm vorgibt. Dabei werden mittels einer Kostenfunktion die Parameter Wasserverbrauch und benötigte Zeit minimiert und zeitgleich ein sauberer Tank geliefert. Außerdem können während des Reinigungsprozesses die Reinigungsparameter angepasst werden. Der Einsatz von bestärkendem Lernen vermeidet im Unterschied zu Deep Learning größeren Aufwand, da beim Deep Learning hunderte von Versuchen im großen Maßstab erfordert.

[0039] Datengetriebene Systeme sind in der Lage, aus der Vielfältigkeit realer Situationen Muster zu identifizieren. Mittels des bestärkenden Lernens, wie es für die vorliegende Erfindung angewendet wird, kann eine Machine-Learning-Software selbstständig Muster in den Reinigungsparametern erkennen. Somit kann sie durch ein Training verbessert werden und liefert im Endergebnis optimierte Reinigungsbahnen. Die erkannten Muster werden zur Steuerung und Regelung herangezogen.

[0040] Die Optimierung der Reinigungsparameter, das Maschinelle Lernen, soll vorzugsweise auf einem separaten Server durchgeführt werden, damit die notwendigen Ressourcen zur Verfügung stehen. Dafür werden die Daten des oder der Verschmutzungssensoren und die Prozessdaten an den Server geschickt. Das Softwarekonzept kann als Hardware, in der Steuerungs- und Steuerungseinrichtung, implementiert sein oder als Software implementiert auf einem Computer ablaufen.

[0041] Vorzugsweise ist ein Rotationskopf an einem ersten Ende des Teleskoparms des Reinigungssystems, das vorzugsweise als Tankreiniger ausgeführt ist, angeordnet. Der Teleskoparm kann seine in einen zu reinigenden Raum einragende Länge ändern und damit den Rotationskopf in dem Raum in einer Längsrichtung veränderlich positionieren. Vorteilhaft sollte ein Verhältnis der Drehzahlen um die erste Achse in Bezug zur Drehzahl um die zweite Achse im Bereich 20:1 bis 2000:1 durch die Steuerungseinrichtung mit dem Ziel einer helixförmigen Strahlbahn, bei dem der Behälter von oben (Behälterdecke) nach unten (Behälterboden) bzw. von einer zur anderen Seite mittels einer oder mehrerer

Helixbahnen gereinigt werden, eingehalten werden können. Das jeweils gewählte Verhältnis kann die Dimensionierung des jeweiligen Behälters, Raums oder Tanks, den Abstand der Austrittsdüsen zur Wand und/oder die Anzahl der Düsen berücksichtigen. Bei gezackter Helix, wenn die Düse zwar eine Helixbahn beschreibt, währenddessen aber schnell hin und her bewegt wird, ergibt sich ebenfalls kein Übersetzungsverhältnis im Wortsinn.

[0042] Soweit das Reinigungssystem ausgeführt ist zu ringförmiger Reinigung anstelle einer helixförmigen Strahlbahn, wird die Düse in diskreten Schritten um jeweils einen Winkelschritt versetzt.

[0043] Um eine grobe Positionierung des Zielstrahlreinigers in dem zu reinigenden Bereich, z. B. einem Behälter oder Tank, zu erreichen, ändert der Teleskoparm seine in den Innenraum des Behälters oder Tanks ragende Länge und positioniert damit speziell den Rotationskopf.

[0044] Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Steuerungseinrichtung, die mit einer vorzugsweise integrierten Prozesstechnik zum Ausführen zusätzlicher Funktionen verbunden ist, diese ansteuert und deren Zustände ausliest, um sie einer Anzeige oder einem Datenspeicher zuzuführen und/oder sie in der Steuerungseinrichtung im Rahmen der Steuerungsvorgänge selbst zu verarbeiten. Die integrierte Prozesstechnik umfasst dabei beispielsweise ein unmittelbar in Strömungsrichtung der Reinigungsflüssigkeit vor der Düse angeordnetes Verschließventil, das gegen ein unerwünschtes Eindringen eines Produkts, das sich in dem zu später reinigenden Behälter während der Produktionsphase befindet, schützt. Weiter umfasst die integrierte Prozesstechnik Düsenventile, die in der Zuleitung der Reinigungsflüssigkeit zur Düse angeordnet sind, um einzelne Düsen nach Bedarf zu- oder abschalten zu können. Dabei können auch unterschiedliche Reinigungsmittel zugeführt werden, sofern hierfür entsprechende gesonderte Zuleitungen vorgesehen sind.

VERFAHREN

[0045] Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren zur Innenreinigung von Behältern mittels einer Vorrichtung, wie sie zuvor mit allen ihren Ausführungsformen beschrieben wurde. Beim Betrieb wird die wenigstens eine Düse vom ersten Antrieb um die erste Achse und vom zweiten Antrieb um die zweite Achse gedreht, wobei die Antriebe, insbesondere der zweite Antrieb, derart von der Steuerungseinrichtung gesteuert werden, dass die Düse unabhängig von der Drehzahl der Düse um die zweite Achse um die erste Achse gedreht wird.

[0046] Die Vorteile der Erfindung liegen in einer hohen Flexibilität bei der Festlegung der Reinigungsbahnen, sodass die Reinigung effizient, mit hoher Qualität und bei minimalem Material- und Zeiteinsatz erfolgen kann. Zudem wird keine Zuführung von Elektroenergie benö-

tigt, wodurch die Störanfälligkeit verringert und die Installation vereinfacht wird.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0047] Anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und ihrer Darstellung in den zugehörigen Zeichnungen wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: schematisch eine geschnittene Ansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Innenreinigung von Behältern, kurz als Reinigungssystem bezeichnet, mit mechanischem Antrieb der ersten Achse;

Fig. 2: schematisch eine geschnittene Ansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Innenreinigung von Behältern, kurz als Reinigungssystem bezeichnet, mit elektrischem Antrieb beider Achsen;

Fig. 3: schematisch eine geschnittene Ansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Innenreinigung von Behältern, kurz als Reinigungssystem bezeichnet, mit separaten Turbinen und

Fig. 4: schematisch eine geschnittene Ansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Innenreinigung von Behältern, kurz als Reinigungssystem bezeichnet, umfassend eine Strömungsleiteinrichtung.

[0048] Fig. 1 zeigt schematisch eine geschnittene Ansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Innenreinigung von Behältern, nachfolgend kurz als Reinigungssystem 1 bezeichnet, mit mechanischem Antrieb der ersten Achse 34, wobei der Rotationskopf 4 gedreht wird. Hierzu strömt über das Innere des Teleskoparms 2, den Zuführkanal 3, ein Reinigungsfluid ein. Dieses trifft auf die Turbinenanordnung 20 in einem Antriebskopf 5 und versetzt die Turbine 22 in Drehung. Nachdem das Reinigungsfluid durch die Turbinenanordnung 20 hindurch getreten ist, fließt es durch weitere Fluiddurchlässe 3 in den Rotationskopf 4 und von dort in die Düsenarme 8, um letztlich als Strahl 10 aus den Düsen 6 auszutreten. Die Düsen 6 sind als Doppeldüsen ausgeführt, wobei jeweils zwei Düsen 6 eine gleichartige Bewegung um die zweite Achse 36 ausführen.

[0049] Von der Turbinenanordnung 20 werden gleichzeitig der Generator 26, der ebenfalls im Antriebskopf 5 angeordnet ist, und der Rotationskopf 4 bewegt. Die Übertragung der Drehbewegung von der Turbine 22 auf den Generator 26 erfolgt über die Antriebswelle 16. Ebenso wird über die Antriebswelle 16 die Drehbewegung der Turbine 22 zunächst auf das Getriebe 14 übertragen, wo eine Reduktion der Drehzahl erfolgt, um dann mit entsprechend verminderter Drehzahl den Rotationskopf 4 um die erste Achse 34 zu bewegen.

[0050] Dies führt zur Bewegung der Düsen 6, die am

Ende des Düsenarms 8 angeordnet sind, um die erste Achse 34, die hier vertikal verläuft. Die Düsen 6 sind zusätzlich um die zweite Achse 36 schwenkbar, hier horizontal. Hierzu erfolgt der Antrieb durch den zweiten Antrieb 32, der als Elektromotor ausgeführt und über die Antriebswelle 16 mit dem Düsenarm 8 verbunden ist. Der zweite Antrieb 32 ist über eine Elektroleitung 28 mit einer Steuerungseinrichtung 12, die auch über eine Batterie zur Speicherung von Elektroenergie verfügt, verbunden.

[0051] Die Steuerungseinrichtung 12 ihrerseits wird durch den Generator 26 mit Elektroenergie versorgt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind beidseits des Rotationskopfs 4 Düsenarme 8 mit jeweils einem Antrieb 32 ausgeführt. Beide Antriebe 32 können individuell und insbesondere in frei gewählter Abhängigkeit von der Drehung des Rotationskopfs 4 um die erste Achse 34 angesteuert werden, um das gewünschte Reinigungsbild auf der Oberfläche, auf die der Strahl 10 auftrifft, zu erreichen. Es muss nur so viel Elektroenergie durch den Generator 26 erzeugt werden, wie die beiden Antriebe 32 benötigen.

[0052] Fig. 2 zeigt schematisch eine geschnittene Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Reinigungssystems 1 mit elektrischem Antrieb beider Achsen 34, 36. Hierzu sind nicht nur die Düsenarme 8, so wie bei Fig. 1 ebenfalls gezeigt, mit Antrieben 32 ausgestattet, sondern auch der Antrieb des Rotationskopfs 4 um die erste Achse 34 erfolgt durch einen ersten Antrieb 30, der ebenfalls als Elektromotor ausgeführt ist. Hierzu ist der Antrieb 30 ebenfalls mit der Steuerungseinrichtung 12 elektrisch verbunden und erhält von dort die für den Antrieb nötige Energie, die gesteuert bereitgestellt wird. Die Antriebswelle 16 zwischen Turbine 22 und Generator 26 setzt sich in diesem Ausführungsbeispiel also nicht in Richtung des Rotationskopfs 4 fort. Gezeigt ist in Fig. 2 noch die Turbinenlagerung 21, die die Turbine 22 und den Generator 26 in der vorgesehenen Position hält.

[0053] Die dargestellte Ausführungsform bietet weitgehende Freiheit bei der Ansteuerung der verschiedenen Antriebe 30, 32, jedoch sind ein weiterer Elektromotor und damit die Bereitstellung einer höheren elektrischen Leistung erforderlich.

[0054] Fig. 3 zeigt schematisch eine geschnittene Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Reinigungssystems 1 mit separaten Turbinen 22, 24. Dabei ist die erste Turbine 22 mit einer innenliegenden Welle 16 verbunden, die die Drehung der Turbine 22 in das Getriebe 14 überträgt, wodurch dann der Rotationskopf 4 in Drehung um die erste Achse 34 versetzt wird. Die zweite Turbine 24 hingegen ist mit einer Hohlwelle 17 verbunden, in der die innenliegende Welle 16 läuft und die die Drehbewegung ausschließlich auf den Generator 26 überträgt. Die dort erzeugte Elektroenergie wird wiederum auf die Steuerungseinrichtung 12 übertragen, die ihrerseits die Antriebe 32 im Rotationskopf 4 ansteuert, um die Schwenkbewegung der Düsenarme 8 hervorzu-rufen.

[0055] Diese Lösung hat trotz des höheren Aufwands eine Reihe von Vorteilen. So kann die Drehzahl der Turbine 22 beeinflusst, diese beispielsweise abgebremst und die Drehzahl um die erste Achse 34 verringert werden, während zugleich die Erzeugung von Elektroenergie über die Turbine 24 unbeeinträchtigt fortgesetzt werden kann.

[0056] Fig. 4 zeigt schematisch eine geschnittene Ansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Reinigungssystems 1 umfassend eine Strömungsleiteinrichtung 25, während im Übrigen die Ausgestaltung derjenigen aus Fig. 1 entspricht. Die zusätzlich installierte Strömungsleiteinrichtung 25 ermöglicht eine Beeinflussung der Drehzahl der Turbine 22, ohne dass eine mechanische Bremseinrichtung erforderlich wäre. Diese könnte, von dem Reinigungsfluid umströmt, dieses mit Abrieb verunreinigen.

[0057] Es bietet sich daher an, die Strömungsverhältnisse vor der Turbine 22 zu beeinflussen, indem Klappen oder Leitschaufeln als Strömungsleiteinrichtung 25 an verschiedenen Positionen entsprechend angesteuert und in die Strömung gestellt werden. Die Steuerung und Bewegung der Leitschaufeln, die in ihrer Gesamtheit die Strömungsleiteinrichtung 25 bilden, ist nicht näher dargestellt. Es könnte sich aber um kleine Motoren handeln, die ebenfalls durch die Steuerungseinrichtung 12 angesteuert werden. Eine etwas aufwändigere Alternative stellt eine Verstellung der Turbinenschaufeln der Turbinen 22 und/oder 24 dar. In dem Falle könnte auf eine gesonderte Strömungsleiteinrichtung 25 verzichtet werden. Eine solche Lösung bietet sich insbesondere dann an, wenn mehr als eine Turbine 22, 24 vorgesehen ist, weil diese dann individuell angesteuert werden könnten. Dies ist beispielsweise in der Ausführungsform gemäß Fig. 3 der Fall.

[0058] Eine derartige Strömungsleiteinrichtung 25 ist ebenfalls denkbar für die Ausführungsformen gemäß den Figuren 2 und 3. Darüber hinaus kann auch eine Beeinflussung der Strömung des Reinigungsfluids über ein Ventil in dem Zuführkanal 3 erfolgen, das hier ebenfalls nicht dargestellt ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0059]

1	Vorrichtung, Reinigungssystem
2	Teleskoparm
3	Zuführkanal, Fluiddurchlass
4	Rotationskopf
5	Antriebskopf
6	Düse
8	Düsenarm
10	Strahl Reinigungsmittel
12	Steuerungseinrichtung
14	Getriebe
16, 16'	Antriebswelle
17	Hohlwelle

20	Turbinenanordnung
21	Turbinenlagerung
22	Turbine, erste Turbine
24	Turbine, zweite Turbine
5 25	Strömungsleiteinrichtung
26	Generator
28	Elektroleitung
30	erster Antrieb, Elektromotor, Turbine
32	zweiter Antrieb, Elektromotor
10 34	erste Achse (der Drehbewegung der Düse)
36	zweite Achse (der Dreh- oder Schwenkbewegung der Düse)

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Innenreinigung von Behältern, umfassend einen Zielstrahlreiniger, der seinerseits wenigstens eine Düse (6) zur Abgabe von Reinigungsflüssigkeit in Form eines Strahls (10) umfasst, wobei der mindestens einen Düse (6) über einen Zuführkanal (3) die Reinigungsflüssigkeit zugeführt wird, wobei eine Antriebseinrichtung und eine Steuerungseinrichtung (12) zum Steuern der Antriebseinrichtung eine Bewegung der Düse (6) um mindestens zwei Achsen (34, 36) ermöglichen, wobei die mindestens zwei Achsen (34, 36), eine erste Achse (34) und eine zweite Achse (36), in einem Winkel zueinander ausgerichtet sind, der es ermöglicht, die Düse (6) in einem frei wählbaren Winkel im Raum auszurichten, wobei die Antriebseinrichtung einen ersten Antrieb (30) zum Ausführen der Drehbewegung der wenigstens einen Düse (6) um die erste Achse (34) und wenigstens einen zweiten Antrieb (32) zum Ausführen der Drehbewegung der Düse (6) um die zweite Achse (36) aufweist, wobei der wenigstens eine zweite Antrieb (32) zur unabhängigen Drehbewegung der wenigstens einen Düse (6) zumindest um die zweite Achse (36) unabhängig steuerbar ist, und zwar derart, dass der aus der Düse (6) austretende Strahl (10) eine Bahn mit einem flexiblen Verlauf beschreiben kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zuführkanal (3) mit einer fluidgetriebenen Turbinenanordnung (20) strömungsmechanisch verbunden ist, wobei die Turbinenanordnung (20) von Reinigungsflüssigkeit durchströmt und wenigstens eine Turbine (22, 24) der Turbinenanordnung (20) bewegt wird, während die Reinigungsflüssigkeit der wenigstens einen Düse (6) zugeleitet wird, und wobei die wenigstens eine Turbine (22, 24) einen Generator (26) zur Erzeugung von Elektroenergie antreibt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei zumindest der wenigstens eine zweite Antrieb (32) als Elektromotor ausgebildet ist und durch die Elektroenergie aus dem Generator (26) angetrieben wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Turbinen-

anordnung (20) den ersten Antrieb (30) zum mechanischen Antrieb der Drehbewegung der wenigstens einen Düse (6) um die erste Achse (34) bildet.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der erste Antrieb (30) ein Zykloidgetriebe umfasst, über das die Übertragung der Drehbewegung der Turbinenanordnung (20) auf die wenigstens eine Düse (6) und deren Drehbewegung um die erste Achse (34) erfolgen, wobei in einem Antriebskopf (5) zumindest die Turbinenanordnung (20), der Generator (26), die Steuerungseinrichtung (12), das Zykloidgetriebe und der wenigstens eine zweite Antrieb (32) angeordnet sind, und wobei die wenigstens eine Düse (6) an einem Rotationskopf (4) angeordnet ist, der mit dem Antriebskopf (5) an dessen vom Zuführkanal (3) abgewandten Ende verbunden ist. 5
10
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Turbinenanordnung (20) eine erste Turbine (22) und eine zweite Turbine (24) umfasst, wobei die erste Turbine (22) die Drehbewegung der wenigstens einen Düse (6) um die erste Achse (34) und die zweite Turbine (24) den Generator (26) antreibt. 20
25
6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste Antrieb (30) als Elektromotor ausgeführt ist und den Antrieb der Drehbewegung der wenigstens einen Düse (6) um die erste Achse (34) bildet. 30
7. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei wenigstens eine Turbine (22, 24) eine verstellbare Strömungsleiteinrichtung (25) zur Variation des Energieeintrags aus dem Volumenstrom des Reinigungsmittels in die wenigstens eine Turbine (22, 24) aufweist. 35
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei die Turbinenanordnung (20) von Reinigungsflüssigkeit durchströmt und angetrieben wird, während die Reinigungsflüssigkeit der wenigstens einen Düse (6) zugeleitet wird. 40
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwei oder mehr Düsen (6) mit jeweils einem gesondert steuerbaren zweiten Antrieb (32) umfasst sind. 45
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine Steuerungseinrichtung (12) zur Steuerung und Regelung des Reinigungsprozesses umfasst ist. 50
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Steuerungseinrichtung (12) die Steuerung zumindest des wenigstens einen zweiten Antriebs (32), die Wandlung der Ausgangsspannung des Generators (26) zu einer konstanten Spannung für die Ladung einer

Batterie und ein Energiemanagement vornimmt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei der Generator und die Batterie mit einer Prozesssensorik in der Weise verbunden ist, dass die Batterie als Puffer für die Prozesssensorik dient und eine sensorische Nachkontrolle auf Restverschmutzungen realisiert werden kann, und dass mittels der in der Batterie gespeicherten Energie für den nächsten Reinigungsvorgang ein Systemart erfolgen kann.
13. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung als ein Schwallreiniger ausgeführt ist, bei dem die Bewegung der Düse (6) um die zweite Achse (36) durch den Rückstoß der aus der Düse (6) austretenden Reinigungsflüssigkeit hervorgerufen wird.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerungseinrichtung (12) mit einer Prozesstechnik zum Ausführen zusätzlicher Funktionen verbunden ist, wobei die Steuerungseinrichtung (12) die Prozesstechnik ansteuert und deren Zustände ausliest, wobei die Prozesstechnik ein unmittelbar in Strömungsrichtung der Reinigungsflüssigkeit vor der Düse (6) angeordnetes Verschließventil, das gegen ein unerwünschtes Eindringen eines Produkts schützt, und/oder Düsenventile in der Zuleitung der Reinigungsflüssigkeit zur Düse (6), um einzelne Düsen (6) zu- oder abzuschalten, umfasst.
15. Verfahren zur Innenreinigung von Behältern mittels einer Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei beim Betrieb die wenigstens eine Düse (6) vom ersten Antrieb (30) um die erste Achse (34) und vom zweiten Antrieb (32) um die zweite Achse (36) gedreht wird, wobei die Antriebe (30, 32) derart von der Steuerungseinrichtung (12) gesteuert werden, dass die Düse (6) unabhängig von der Drehzahl der Düse (6) um die zweite Achse (36) um die erste Achse (34) gedreht wird.

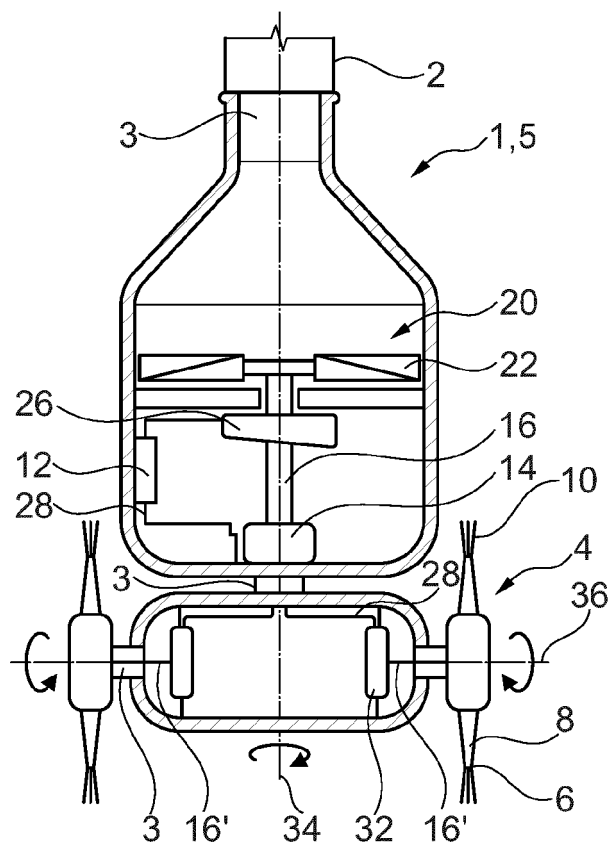


Fig. 1

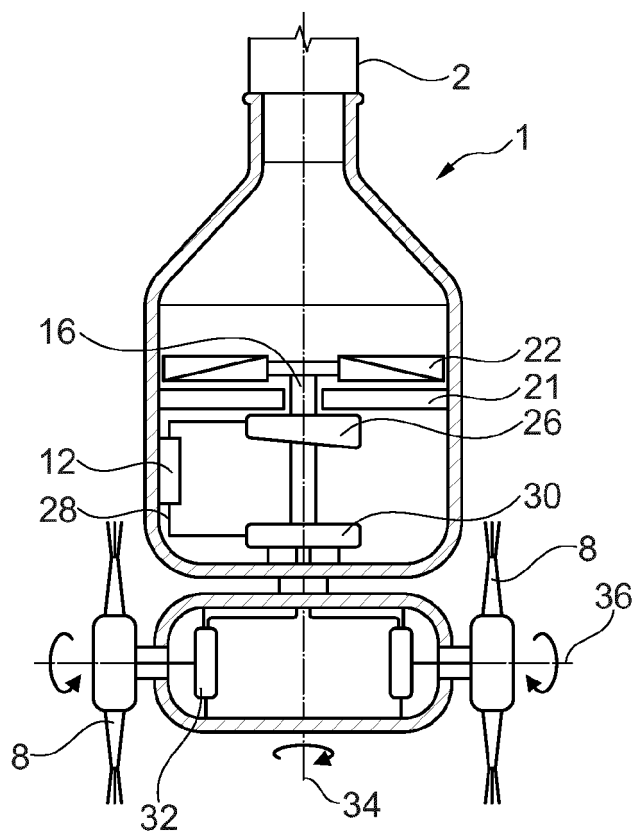


Fig. 2

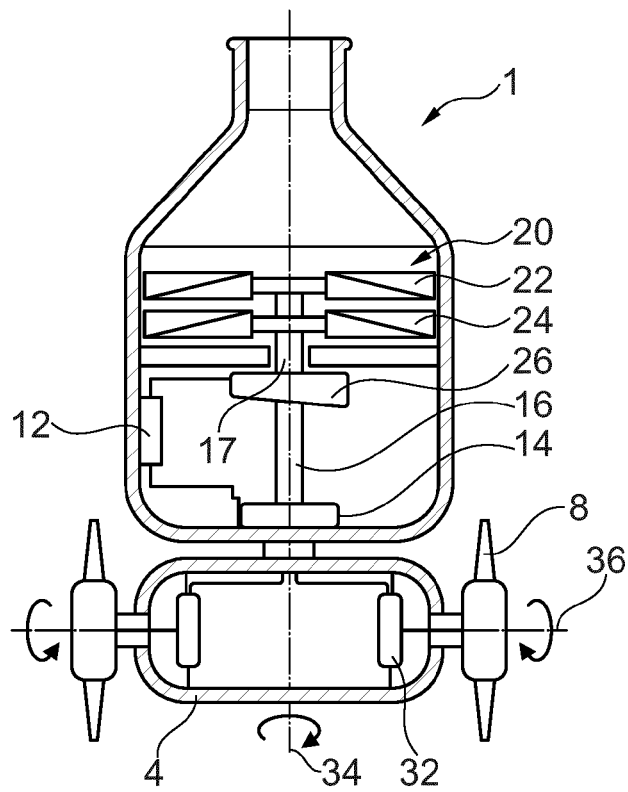


Fig. 3

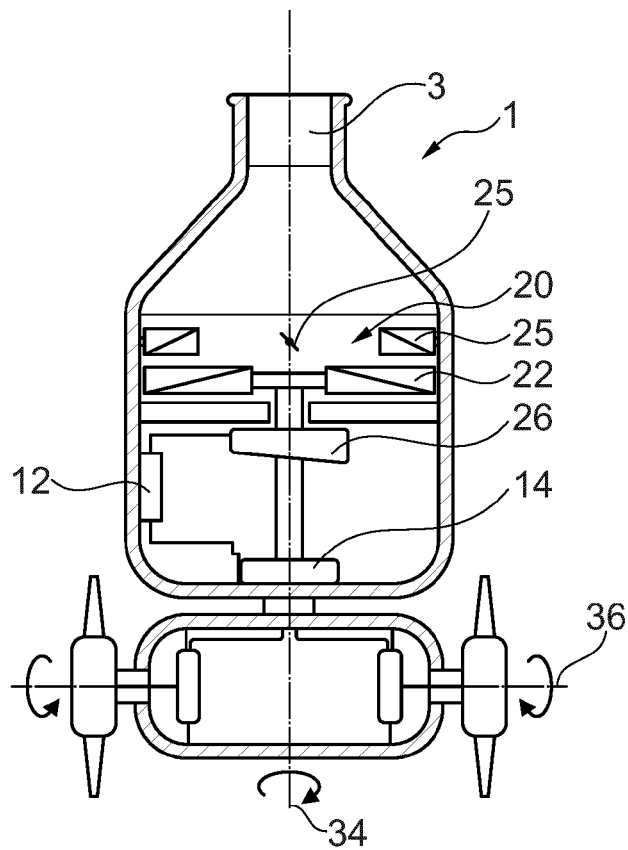


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 20 0403

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A, D	EP 3 517 226 A2 (HOHE TANNE BESITZGESELLSCHAFT GMBH [DE]) 31. Juli 2019 (2019-07-31) * Ansprüche 1-4; Abbildungen 1,2 *	1-15	INV. B08B9/0936
A, D	EP 0 892 685 B1 (VERBEEK DIEDERIK GEERT FEMME [NL]) 21. März 2001 (2001-03-21) * Absatz [0008] - Absatz [0010]; Abbildungen 1,2 *	1-15	
A	US 2020/122991 A1 (SOELLNER JUERGEN [DE] ET AL) 23. April 2020 (2020-04-23) * Ansprüche 1-12; Abbildungen 1,2 *	1-15	
A	US 2018/281032 A1 (KITAMURA TAKAHITO [JP] ET AL) 4. Oktober 2018 (2018-10-04) * Absatz [0021] - Absatz [0033]; Abbildungen 1-3 *	1-15	
A	DE 10 2017 207725 B3 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 2. August 2018 (2018-08-02) * Absatz [0036] - Absatz [0043]; Ansprüche 1-11; Abbildungen 1,2 *	1, 3, 4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B08B B05B
A	US 10 722 913 B2 (ALFA LAVAL CORP AB [SE]) 28. Juli 2020 (2020-07-28) * Abbildungen 1-6 *	1	
A	WO 95/22415 A1 (HYDROPOWER INC LTD [US]; SKAARA JAN HENNING [US]; GOTTLIEB LEIF [DK]) 24. August 1995 (1995-08-24) * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	1, 14	
A	WO 2021/032500 A1 (GEA TUCHENHAGEN GMBH [DE]) 25. Februar 2021 (2021-02-25) * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	1, 14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 8. März 2024	Prüfer Cassiat, Clément
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 20 0403

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-03-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3517226 A2	31-07-2019	DE 102018101899 A1	01-08-2019
		EP 3517226 A2	31-07-2019
EP 0892685 B1	21-03-2001	AU 2180797 A	22-10-1997
		DE 69704349 T2	02-05-2002
		DK 0892685 T3	23-07-2001
		EP 0892685 A1	27-01-1999
		ES 2160934 T3	16-11-2001
		NL 1002773 C2	06-10-1997
		US 6039056 A	21-03-2000
		WO 9736697 A1	09-10-1997
US 2020122991 A1	23-04-2020	CN 111071511 A	28-04-2020
		DE 102018125883 A1	23-04-2020
		EP 3643415 A1	29-04-2020
		SI 3643415 T1	28-04-2023
		US 2020122991 A1	23-04-2020
US 2018281032 A1	04-10-2018	CN 108687079 A	23-10-2018
		US 2018281032 A1	04-10-2018
DE 102017207725 B3	02-08-2018	KEINE	
US 10722913 B2	28-07-2020	CN 106999964 A	01-08-2017
		DK 3037175 T3	18-03-2019
		DK 3216527 T3	29-03-2021
		EP 3037175 A1	29-06-2016
		EP 3216527 A1	13-09-2017
		ES 2710352 T3	24-04-2019
		ES 2863673 T3	11-10-2021
		US 2017348722 A1	07-12-2017
		WO 2016102367 A1	30-06-2016
WO 9522415 A1	24-08-1995	AU 5998894 A	04-09-1995
		WO 9522415 A1	24-08-1995
WO 2021032500 A1	25-02-2021	CN 114555249 A	27-05-2022
		DE 102019005831 A1	25-02-2021
		EP 4017644 A1	29-06-2022
		US 2022258187 A1	18-08-2022
		WO 2021032500 A1	25-02-2021

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

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

- DE 102015206987 A1 [0011]
- EP 892685 B1 [0012]
- EP 3517226 A2 [0013]