



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 3 896 196 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**04.10.2023 Patentblatt 2023/40**

(21) Anmeldenummer: **21168208.3**

(22) Anmeldetag: **13.04.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**C23G 1/00 (2006.01) B05C 3/04 (2006.01)**  
**B08B 3/04 (2006.01) C23G 3/00 (2006.01)**  
**F04B 15/04 (2006.01) B08B 3/10 (2006.01)**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**C23G 1/00; B08B 3/102; C23G 3/00; F04B 15/04;**  
**B05C 3/04**

### **(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR OBERFLÄCHENBEHANDLUNG VON OBJEKten**

METHOD AND DEVICE FOR SURFACE TREATMENT OF OBJECTS

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE TRAITEMENT DES SURFACES D'OBJETS

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **16.04.2020 DE 102020110462**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**20.10.2021 Patentblatt 2021/42**

(73) Patentinhaber: **Gerhard Weber  
Kunststoff-Verarbeitung GmbH  
32429 Minden (DE)**

(72) Erfinder:

- **Mühlhan, Holger  
32429 Minden (DE)**
- **Echtermann, Christoph  
32429 Minden (DE)**

(74) Vertreter: **Sandvoß, Stefanie  
Patentanwaltskanzlei Sandvoß  
Dethmarstraße 44a  
31139 Hildesheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1-102012 103 906 DE-A1-102015 014 322  
DE-T2- 69 630 293**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur optimierten Oberflächenbehandlung von Objekten.

**[0002]** Metallhaltige oder aus Metall bestehende Objekte sowie auch Objekte mit oder aus Kunststoff müssen im Vorfeld einer Oberflächenveredelung wie beispielsweise dem Edelstahlbeizen oder dem Aufbringen einer Eloxalschicht, einer Verzinkung oder einer Galvanisierung gründlich gereinigt werden, um ein optimales Ergebnis der Oberflächenveredelung zu erzielen. Dazu sind aus dem Stand der Technik verschiedene Reinigungsschritte bekannt, die ein zu veredelndes Objekt in der Regel nacheinander durchlaufen sollte. Üblicherweise beginnt die Oberflächenbehandlung von Objekten zum Zwecke der Reinigung mit einer Entfettung der Objekte. Dazu werden diese für eine definierte Zeitspanne in Bäder gegeben, die eine Reinigungsflüssigkeit zum Entfernen von Fett, Öl und sonstigen Verunreinigungen enthalten. Nach der Entfettung der Objekte werden diese häufig in ein Wasser enthaltendes Spülbecken getaucht, bevor sie im nächsten Schritt für eine definierte Zeitspanne in ein Salzsäure enthaltendes Beizbecken gegeben werden. Hier erfolgt die Entfernung von unerwünschten Anhaftungen an der Oberfläche der Objekte, insbesondere von Rost und Zunder. Nach der Beize werden die Objekte erneut in ein Wasser enthaltendes Spülbecken getaucht und anschließend zur Entfernung von Eisen in ein beispielsweise Zinkchlorid und/oder Ammoniumchlorid enthaltendes sog. Flux-Becken überführt. Nach diesem Vorbehandlungsschritt wird das gereinigte Objekt in der Regel getrocknet und steht dann für die angestrebte Oberflächenveredelung zur Verfügung.

**[0003]** Sämtliche der genannten Vorbehandlungsschritte erfolgen im Stand der Technik meist statisch, d.h. die zu reinigenden Objekte werden in die jeweiligen Becken getaucht, in denen sich ruhende Flüssigkeiten, z.B. Entfettungsflüssigkeit, Wasser, Beize, Flux-Flüssigkeit und/oder sonstige chemische Prozessflüssigkeiten, die für die Zwecke der Erfindung jeweils auch als Prozessflüssigkeit bezeichnet werden, befinden. An dieser statischen Vorbehandlung ist jedoch nachteilhaft, dass die jeweiligen Vorbehandlungsschritte vergleichsweise lange dauern, da kein oder nur sehr wenig Stoffaustausch zwischen der die Objekte umgebenden Prozessflüssigkeit und der übrigen in dem Becken befindlichen Prozessflüssigkeit stattfindet.

**[0004]** Durch das Einblasen von Luft oder Druckluft in das Becken kann die in diesem befindliche Prozessflüssigkeit zwar bewegt werden, allerdings führt dies zu einem unerwünschten Aufschäumen der Prozessflüssigkeit, was die Qualität der Vorbehandlung negativ beeinträchtigt. Darüber hinaus werden die zu behandelnden Objekte durch die vorbeiströmende Luft nicht im Inneren durchspült und somit im Inneren nicht optimal vorbehandelt.

**[0005]** Aus der EP 3 483 304 A1 ist darüber hinaus

bekannt, im Seitenbereich des Beckens, in dem die Vorbehandlung erfolgt, mindestens eine Pumpe pro Strömungsrichtung anzurufen. Mindestens eine in eine Strömungsrichtung fördernde Pumpe ist daher aktiv, während mindestens eine weitere in die andere Strömungsrichtung fördernde Pumpe inaktiv ist. Die Pumpen erzeugen in dem Vorbehandlungsbecken eine laminare oder annähernd laminare Strömung.

**[0006]** Dieser Einsatz von Pumpen in einem Vorbehandlungsbecken bringt zahlreiche Vorteile mit sich. So kann durch die Bewegung der Prozessflüssigkeit insbesondere die Dauer der Vorbehandlung verkürzt werden, was eine signifikante Effizienzsteigerung bzw. ein großes Einsparpotential mit sich bringt. Die Beizezeit kann auf diese Weise zum Beispiel um bis zu 50 % verkürzt werden. Außerdem erfolgt die Oberflächenbehandlung in Folge der Bewegung der Prozessflüssigkeit gleichmäßiger, wodurch vor der Oberflächenveredelung weniger Nacharbeiten erforderlich sind. Dadurch, dass die Oberflächenbehandlung in einer mit Pumpen bewegten Prozessflüssigkeit zu Objekten mit gleichmäßiger Oberfläche führt, erfolgen beispielsweise in einer späteren Abscheidung von Material auf der Objektoberfläche, beispielsweise einer späteren Verzinkung, weniger Fehlabcheidungen und/oder es wird weniger Material für die Abscheidung benötigt, da die Oberfläche der Objekte weniger Unebenheiten aufweist, die ausgeglichen werden müssen.

**[0007]** Nichtsdestotrotz bringt das aus der EP 3 483 304 A1 bekannte in einem Vorbehandlungsbecken angeordnete Pumpensystem auch Nachteile mit sich. Denn die Anordnung von zumindest einer Pumpe pro Strömungsrichtung in einem Vorbehandlungsbecken bringt den immensen Nachteil eines Platzverlustes in dem Becken durch den Platzbedarf der beidseitig angeordneten Pumpen mit sich. Bei bereits bestehenden Becken wird daher der Einsatz einer entsprechenden Pumpenanordnung allein schon wegen des zu geringen Platzangebotes im Becken ausscheiden. Die Pumpenanordnung eignet sich daher nur für neu gebaute Becken, die entsprechend größer dimensioniert werden können. Dies ist jedoch ebenfalls nachteilhaft, da durch ein größeres Becken auch mehr Prozessflüssigkeit benötigt wird, was zu höheren Material- bzw. Chemikalien- und Energiekosten führt. Darüber hinaus sind auch die Kosten für die Vorrichtung selbst hoch, da für jede Strömungsrichtung mindestens eine Pumpe eingesetzt werden muss. Überdies ist an der Vorrichtung der EP 3 483 304 A1 nachteilhaft, dass die Wartung bzw. Instandhaltung aufwändig ist, da diese durch die Anordnung der Pumpen an den Stirnseiten des Beckens nur bei Produktionsunterbrechung durchgeführt werden kann.

**[0008]** Die DE 10 2009 034 007 A1 beschreibt eine Beschichtungsanlage, insbesondere zur elektrophoretischen oder autophoretischen Beschichtung oder Lackabscheidung. Die Anlage umfasst zum Zwecke einer gleichmäßigeren Beschichtung eine Umwälzvorrichtung. Diese weist eine vorzugsweise außerhalb des Be-

ckens angeordnete Pumpenanordnung auf, der ein Umwälzvolumenstrom von mindestens einem Badvolumen des Tauchbades pro Stunde zugeführt werden kann. Durch Einspeisung des Umwälzvolumenstroms in das Tauchbad wird dabei eine starke Badströmung erzeugt. Die Erzeugung der starken Badströmung erfolgt hier jedoch dadurch, dass die zuvor aus dem Becken entnommene Prozessflüssigkeit, nachdem diese über eine große Distanz geführt, Pumpen, Filtervorrichtungen und Wärmetauscher durchlaufen hat, mittels Düsen oder anderen druckerhöhenden Mitteln wieder in das Becken zurückgeführt wird. Dies ist aufgrund der großen Distanz, die die Prozessflüssigkeit außerhalb des Beckens überbrücken muss, auch nicht ohne druckerhöhende Mittel möglich, erfordert jedoch einen vergleichsweise hohen Energieeinsatz.

**[0009]** Die DE 10 2012 103 906 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Reinigen von rohrförmigen Hohlkörpern. Diese weist neben einem Reinigungsbehälter und zwei darin angeordneten Halterungen auch ein rohrförmiges Element auf, das die beiden Halterungen verbindet und in dessen Inneren eine Pumpe angeordnet ist, die ihre Drehrichtung ändern kann. Durch die Änderung der Drehrichtung der Pumpe soll eine bessere Reinigung der rohrförmigen Hohlkörper in den Tod- und Schattenbereichen erfolgen.

**[0010]** Die DE 696 30 293 T2 beschreibt ein Verfahren zur Reinigung von hohlen medizinischen Instrumenten, in dem ein zu reinigendes medizinisches Instrument an einem mit einem Reinigungsfluid enthaltenden Tank verbundenen Schlauch befestigt wird und Reinigungsfluid mittels einer Kolbenpumpe in das Innere des medizinischen Instrumentes gepumpt wird.

**[0011]** Die DE 10 2015 014322 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Beizen und Phosphatisieren eines metallischen Gegenstandes, die einen Behandlungsbehälter mit einer Behandlungsflüssigkeit umfasst, in die der zu behandelnde Gegenstand eingebracht wird. Die Behandlungsflüssigkeit wird von einer Pumpeinrichtung umgewälzt.

### Aufgabe der Erfindung

**[0012]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine alternative Vorrichtung und ein alternatives Verfahren zur optimierten Oberflächenbehandlung von Objekten bereitzustellen, die die vorgenannten aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermeiden und sich insbesondere dadurch auszeichnen, dass die Objekte, die der Oberflächenbehandlung unterzogen werden, optimal von Prozessflüssigkeit umströmt bzw. durchströmt werden.

**[0013]** Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist darin zu sehen, eine Möglichkeit aufzuzeigen, wie bestehende Becken, in denen die Oberflächenbehandlung bislang statisch erfolgte, auf einfache Weise mit nur wenigen zusätzlichen Bauteilen in erfindungsgemäße Vorrichtungen umgewandelt werden können.

**[0014]** Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein alternatives Verfahren bereitzustellen, durch welches bei vergleichsweise kurzer Dauer der Oberflächenbehandlung und bei einer vergleichsweise geringen Menge an eingesetzter Prozessflüssigkeit ein optimales Ergebnis der Oberflächenbehandlung erzielt werden kann.

### Allgemeine Beschreibung der Erfindung

**[0015]** Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen der Ansprüche und insbesondere durch Bereitstellen einer Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Objekten, umfassend ein Prozessbecken und eine Pumpe, wobei in oder an dem Prozessbecken eine rohrförmige Struktur angeordnet ist, die zumindest über einen Teil ihrer Länge gebogen ist, wobei die zwei Öffnungen, die von den beiden Enden der rohrförmigen Struktur begrenzt werden, in die gleiche Richtung weisen, und wobei die Länge der rohrförmigen Struktur von deren einer Öffnung am einen Ende zu deren anderer Öffnung am anderen Ende maximal zweimal so lang ist wie die direkte Distanz zwischen den beiden Öffnungen, die von den beiden Enden der rohrförmigen Struktur begrenzt werden, und wobei innerhalb der rohrförmigen Struktur die Pumpe angeordnet ist, wobei die Pumpe eine bidirektionale Pumpe ist, die eingerichtet ist, ihre Drehrichtung ändern zu können, und wobei die Pumpe, die innerhalb der zumindest einen rohrförmigen Struktur angeordnet ist, eine Leistung von < 1 kW aufweist.

**[0016]** Mit "Länge der rohrförmigen Struktur" ist hierbei der Weg durch die rohrförmige Struktur hindurch von deren einer Öffnung am einen Ende zu deren anderer Öffnung am anderen Ende gemeint, d.h. die Länge der rohrförmigen Struktur inklusive aller Biegungen dieser.

**[0017]** Unter einem Prozessbecken wird für die Zwecke der Erfindung ein Becken verstanden, das mit Prozessflüssigkeit gefüllt werden kann und in dem eine Oberflächenbehandlung von Objekten durchgeführt werden kann. Prozessbecken können daher insbesondere Becken sein, in denen eine Reinigung und/oder Entfettung, eine Beize, eine Spülung, eine Flux-Aufbereitung und/oder ein sonstiger, insbesondere chemischer, Vorbehandlungsprozess stattfindet.

**[0018]** Unter einer rohrförmigen Struktur wird ein langer Hohlkörper mit insbesondere senkrecht zu seiner Längsmittelachse rundem oder ovalem Querschnitt verstanden. Die rohrförmige Struktur weist dabei insbesondere einen mittleren geraden oder leicht gebogenen Abschnitt auf, der beidseitig von zwei gebogenen Abschnitten flankiert wird. Entweder liegen die beiden Enden der rohrförmigen Struktur in den beiden voneinander beabstandeten gebogenen Abschnitten oder in optionalen an diese angrenzenden weiteren geraden Abschnitten. Vorrangig ist die rohrförmige Struktur spiegelsymmetrisch und die beiden Öffnungen, die von den Enden der rohrförmigen Struktur begrenzt werden, weisen in die gleiche Richtung. In einer bevorzugten Ausführungsform

ist die rohrförmige Struktur C-förmig. Wenn die rohrförmige Struktur an oder in unmittelbarer Nähe zu einer Stirnseite des Prozessbeckens angeordnet ist, weisen die beiden Öffnungen, die von den Enden der rohrförmigen Struktur begrenzt werden, vorzugsweise in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite.

**[0019]** Erfindungsgemäß ist die Länge der rohrförmigen Struktur von deren einer Öffnung am einen Ende zu deren anderer Öffnung am anderen Ende maximal zweimal so lang wie die direkte Distanz zwischen den beiden Öffnungen, die von den beiden Enden der rohrförmigen Struktur begrenzt werden. Dies bedeutet, dass Prozessflüssigkeit, die an einem Ende in die rohrförmige Struktur eintritt, diese passiert und am anderen Ende wieder aus der rohrförmigen Struktur austritt, innerhalb der rohrförmigen Struktur keine große Distanz zurücklegen muss. Vorzugsweise wird die Prozessflüssigkeit innerhalb der rohrförmigen Struktur auch nur in einem Bogen von 180° geführt, beispielsweise in einem C-förmigen Bogen. Dadurch, dass die Prozessflüssigkeit in der rohrförmigen Struktur keine große Distanz zurücklegen muss, sondern an einem Ende der rohrförmigen Struktur eintritt und nach dem Passieren der Pumpe am anderen Ende der rohrförmigen Struktur wieder austritt, ohne noch über diverse Umwege wie beispielsweise in der DE 10 2009 034 007 A1 beschrieben geleitet zu werden, ist es gemäß der Erfindung möglich, dass die Rückführung der Prozessflüssigkeit nach dem Passieren der rohrförmigen Struktur in das Prozessbecken einfach durch Einströmen der Prozessflüssigkeit in das Becken erfolgt, d.h. gemäß der vorliegenden Erfindung sind dafür keine druckerhöhenden Mittel wie z.B. Düsen erforderlich. Innerhalb der rohrförmigen Struktur ist erfindungsgemäß eine bidirektionale Pumpe angeordnet. D.h. die Pumpe ist an einer beliebigen Stelle innerhalb des Hohlkörpers positioniert, vorzugsweise jedoch mittig innerhalb des Hohlkörpers, sodass ihre Entfernung zu den beiden Enden des Hohlkörpers gleich ist. Vorzugsweise weist dabei der Rohrabschnitt, in dem die Pumpe angeordnet ist, einen größeren Durchmesser auf als der restliche Teil der rohrförmigen Struktur.

**[0020]** Unter einer bidirektionalen Pumpe wird eine Pumpe verstanden, die eingerichtet ist, ihre Drehrichtung ändern zu können bzw. eingerichtet ist, ihre Drehrichtung jeweils nach vorbestimmten Zeitintervallen zu ändern. Eine in der rohrförmigen Struktur angeordnete bidirektionale Pumpe kann daher die in der rohrförmigen Struktur befindliche Prozessflüssigkeit je nach Einstellung in entgegengesetzte Richtungen fördern. Bevorzugte Pumpentypen sind Propellerpumpen, Kreiselpumpen, Drehkolbenpumpen, Kreiskolbenpumpen, Klappenpumpen, Zahnraddpumpen, Exzenterorschneckenpumpen, Schlauchpumpen und Pneumatikmembranpumpen. Die Strömungsgeschwindigkeit der in der rohrförmigen Struktur angeordneten Pumpe beträgt vorzugsweise 1,5 bis 6 m/s, insbesondere 2 bis 5 m/s und besonders bevorzugt 3 bis 4 m/s.

**[0021]** Eine besonders bevorzugte Pumpe ist eine Pro-

pellerpumpe.

**[0022]** Unabhängig von dem Pumpentyp handelt es sich bei der in der rohrförmigen Struktur der erfindungsgemäß Vorrichtung angeordneten Pumpe vorzugsweise um eine säure- und/oder hitzebeständige Pumpe, die vorzugsweise eine Hitzebeständigkeit bis 65 °C aufweist.

**[0023]** Vorzugsweise umfasst oder besteht die Pumpe, die in der rohrförmigen Struktur angeordnet ist, aus Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid oder Mischungen dieser.

**[0024]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäß Vorrichtung ist die Pumpe, die in der rohrförmigen Struktur angeordnet ist, eingerichtet, die Fördermenge zu variieren, insbesondere in einem Bereich zwischen 10 und 180.000 L/h. Die Leistung der Pumpe beträgt dabei < 1 kW, bevorzugter sogar weniger als 800 W. Damit arbeitet die Pumpe in der erfindungsgemäß Vorrichtung im Gegensatz zu anderen Pumpen, die eine höhere Antriebsleistung aufweisen und/oder einen Frequenzumrichter aufweisen, um einen variablen Förderbereich einstellen zu können, äußerst energieeffizient. Denn ein Frequenzumrichter hat einen sehr hohen Energiebedarf. Die in der erfindungsgemäß Vorrichtung eingesetzte Pumpe weist hingegen eine elektronische Steuerung auf und benötigt daher keinen Frequenzumrichter.

**[0025]** Das Prozessbecken weist zwei sich gegenüberliegende Längsseiten und zwei sich gegenüberliegende Stirnseiten auf, wobei die Längsseiten in der Regel länger als die Stirnseiten sind, jedoch in Ausnahmefällen, in denen das Prozessbecken quadratisch ist, auch die gleiche Länge aufweisen können wie die Stirnseiten.

**[0026]** Gemäß einer Ausführungsform ist die rohrförmige Struktur mit der darin angeordneten bidirektionalen Pumpe ein Bypass, der an einer Stirnseite des Prozessbeckens angeordnet ist. Durch die Pumpe wird Prozessflüssigkeit durch den Bypass gefördert und tritt an der Stirnseite, an der der Bypass angeordnet ist, in das Prozessbecken ein und strömt in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite.

**[0027]** Es wurde gefunden, dass der Durchtritt der Prozessflüssigkeit durch die rohrförmige gebogene Struktur, die an einer Stirnseite in das Prozessbecken eintritt und gegen die gegenüberliegende Stirnseite strömt, insbesondere dann, wenn zu behandelnde Objekte in die Prozessflüssigkeit eintauchen, zu einem turbulenten Strömungsprofil in dem Prozessbecken führt, d.h. zu einem Strömungsprofil, bei dem ein Stoffaustausch zwischen den einzelnen Flüssigkeitsschichten erfolgt. Um dennoch das Auftreten von Strömungsschatten zu vermeiden, ist die in der rohrförmigen gebogenen Struktur angeordnete Pumpe eingerichtet, nach einer Zeitspanne von beispielsweise mehreren Minuten, insbesondere nach 5-10 Minuten, 5-15 Minuten oder 5-20 Minuten die Drehrichtung zu ändern, sodass die Prozessflüssigkeit nach dem Passieren des Bypasses zwar immer noch an der gleichen Stirnseite in das Prozessbecken eintritt, je-

doch durch die andere Öffnung der rohrförmigen Struktur. Auf diese Weise ermöglicht die erfindungsgemäße Vorrichtung mit der in oder an dem Prozessbecken angeordneten rohrförmigen Struktur und der in dieser angeordneten bidirekionalen Pumpe, die eingerichtet ist, jeweils nach bestimmten Zeitintervallen ihre Drehrichtung zu ändern, ein optimales Umströmen bzw. Durchströmen der in dem Prozessbecken angeordneten zu behandelnden Objekte.

**[0028]** In Ausführungsformen, in denen die Längsseiten des Prozessbeckens deutlich länger sind als dessen Stirnseiten, weist die erfindungsgemäße Vorrichtung vorzugsweise zwei rohrförmige Strukturen auf, wobei in jeder der rohrförmigen Strukturen eine bidirektionale Pumpe angeordnet ist. Die rohrförmigen Strukturen sind dabei jeweils als Bypass an derselben Stirnseite oder als Bypass an den sich gegenüberliegenden Stirnseiten angeordnet.

**[0029]** Optional weist die erfindungsgemäße Vorrichtung auch mehr als zwei, zum Beispiel 3, 4, 5 oder 6 rohrförmige Strukturen auf, wobei in jeder der rohrförmigen Strukturen eine bidirektionale Pumpe angeordnet ist. Die rohrförmigen Strukturen sind dabei bevorzugt jeweils als Bypass an einer Stirnseite des Prozessbeckens angeordnet, wobei die Anzahl an rohrförmigen Strukturen pro Stirnseite gleich oder unterschiedlich sein kann. Alternativ können die rohrförmigen Strukturen auch innerhalb des Beckens an dessen Stirnseiten angeordnet sein, wobei die Anzahl an rohrförmigen Strukturen pro Stirnseite ebenfalls gleich oder unterschiedlich sein kann. Die bidirektionale Pumpe, die in jeder der mehr als zwei rohrförmigen Strukturen angeordnet ist, weist dabei optional die gleichen Eigenschaften auf wie die bidirektionale(n) Pumpe(n), die in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit nur einer oder mit zwei rohrförmigen Strukturen in diesen angeordnet sind, d.h. die Pumpen weisen insbesondere die im Voranstehenden genannten Eigenschaften in Bezug auf den variablen Förderbereich, die Leistung, das Material, den Pumpentyp und die Säure- und Hitzebeständigkeit auf.

**[0030]** Bei einer Anordnung von zwei rohrförmigen Strukturen an derselben Stirnseite des Beckens ist es bevorzugt, dass die rohrförmigen Strukturen die gleichen Abmessungen haben und beabstandet zueinander sowie mit ihren Längsachsen parallel zueinander auf derselben Höhe des Prozessbeckens angeordnet sind.

**[0031]** Bei einer Anordnung von zwei rohrförmigen Strukturen an sich gegenüberliegenden Stirnseiten des Beckens ist es bevorzugt, dass die rohrförmigen Strukturen die gleichen Abmessungen haben und mit ihren Längsachsen parallel zueinander auf derselben Höhe angeordnet sind, wobei die Öffnungen der an der einen Stirnseite angeordneten rohrförmigen Struktur den Öffnungen der an der anderen Stirnseite angeordneten rohrförmigen Struktur zugewandt sind. Die Drehrichtungen der in beiden rohrförmigen Strukturen angeordneten Pumpen sind dabei identisch, sodass eine auf der einen Seite des Prozessbeckens erzeugte Strömung durch die

auf der gegenüberliegenden Seite des Prozessbeckens angeordnete rohrförmige Struktur umgelenkt und durch die in dieser angeordnete Pumpe verstärkt und auf die gegenüberliegende Seite zurückbewegt wird.

**5 [0032]** Gemäß einer Ausführungsform ist die rohrförmige Struktur mit der in dieser angeordneten bidirektonalen Pumpe in der erfindungsgemäßen Vorrichtung innerhalb des Prozessbeckens an oder in unmittelbarer Nähe zu einer Stirnseite angeordnet, wobei die Öffnungen, die von den beiden Enden der rohrförmigen Struktur begrenzt werden, in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite weisen. In dieser Ausführungsform ist die rohrförmige Struktur kein Bypass, d.h. sie verläuft nicht wie ein Bypass außerhalb des Beckens und ist lediglich mit diesem in fluidischer Kommunikation, sondern sie ist direkt im Prozessbecken angeordnet. Dabei kann die rohrförmige Struktur genauso geformt sein wie ein Bypass, bei dem beide Enden der rohrförmigen Struktur in dieselbe Richtung weisen. Die rohrförmige Struktur kann dabei mit ihrer Längsachse unmittelbar an der Stirnseite des Prozessbeckens angeordnet sein, wobei die Enden der rohrförmigen Struktur in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite weisen. Alternativ kann die rohrförmige Struktur auch in einem kleinen Abstand zu einer Stirnseite in dem Prozessbecken angeordnet sein, beispielsweise in einem Abstand zwischen der Längsachse der rohrförmigen Struktur und der Stirnseite des Prozessbeckens von einigen Zentimetern, insbesondere bis zu 10 cm, bis zu 20 cm oder bis zu 30 cm.

**30 [0033]** Unabhängig davon, ob die rohrförmige Struktur direkt an oder in unmittelbarer Nähe zu einer Stirnseite in dem Prozessbecken angeordnet ist, wird durch die in der rohrförmigen Struktur angeordnete Pumpe eine Strömung erzeugt, die aus der rohrförmigen Struktur austritt und in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite strömt, wobei in Folge des Auftreffens der Strömung an der gegenüberliegenden Stirnseite sowie des Strömens gegen zu behandelnde Objekte, die in die Prozessflüssigkeit eintauchen, ein turbulentes Strömungsprofil in dem Prozessbecken erzeugt wird, was insbesondere bei gelegentlicher Änderung der Drehrichtung der bidirektonalen Pumpe zu einer optimalen Umströmung der zu behandelnden Objekte führt.

**[0034]** Bevorzugt weist die erfindungsgemäße Vorrichtung in dieser Ausführungsform nicht nur eine, sondern zwei rohrförmige Strukturen auf, die innerhalb des Prozessbeckens an oder in unmittelbarer Nähe zu einer Stirnseite angeordnet sind. Die rohrförmigen Strukturen können dabei an oder in unmittelbarer Nähe zu derselben Stirnseite oder an oder in unmittelbarer Nähe zu sich gegenüberliegenden Stirnseiten angeordnet sind, wobei die Öffnungen, die von den beiden Enden jeder rohrförmigen Struktur begrenzt werden, jeweils in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite weisen.

**55 [0035]** Ähnlich wie bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform mit zwei Bypässen, die an derselben Stirnseite des Prozessbeckens angeordnet sind, ist es auch bei dieser Anordnung von zwei rohrförmigen Strukturen

an derselben Stirnseite innerhalb des Beckens bevorzugt, dass die rohrförmigen Strukturen die gleichen Abmessungen haben und beabstandet zueinander sowie mit ihren Längsachsen parallel zueinander auf derselben Höhe angeordnet sind.

**[0036]** Bei einer Anordnung von zwei rohrförmigen Strukturen an sich gegenüberliegenden Stirnseiten innerhalb des Beckens ist es ähnlich wie bei zwei Bypässen, die an sich gegenüberliegenden Stirnseiten des Prozessbeckens angeordnet sind, bevorzugt, dass die rohrförmigen Strukturen die gleichen Abmessungen haben und mit ihren Längsachsen parallel zueinander auf derselben Höhe angeordnet sind, wobei die Öffnungen der an der einen Stirnseite angeordneten rohrförmigen Struktur den Öffnungen der an der anderen Stirnseite angeordneten rohrförmigen Struktur zugewandt sind. Die Drehrichtungen der in beiden rohrförmigen Strukturen angeordneten Pumpen sind dabei identisch, sodass eine auf der einen Seite des Prozessbeckens erzeugte Strömung durch die auf der gegenüberliegenden Seite des Prozessbeckens angeordnete rohrförmige Struktur umgelenkt und durch die in dieser angeordnete Pumpe verstärkt und auf die gegenüberliegende Seite zurückbewegt wird.

**[0037]** Gemäß einer Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Vorrichtung zusätzlich zu der zumindest einen bidirektionalen Pumpe, die innerhalb der rohrförmigen Struktur an einer Stirnseite des Prozessbeckens angeordnet ist, auch noch zumindest zwei unidirektionale Pumpen auf, die an der Stirnseite des Prozessbeckens angeordnet sind, die der Stirnseite mit der rohrförmigen Struktur gegenüberliegt. Diese unidirektionalen Pumpen dienen dazu, die von der bidirektionalen Pumpe erzeugte Strömung zu verstärken und werden insbesondere bei längeren Prozessbecken eingesetzt, bei denen auf der Seite, an der die unidirektionalen Pumpen angeordnet sind, kein Platz für einen Bypass vorhanden ist, in dem eine bidirektionale Pumpe angeordnet werden könnte, oder aufgrund des Platzbedarfs keine rohrförmige Struktur an der Stirnseite innerhalb des Prozessbeckens angeordnet werden soll. Die beiden unidirektionale Pumpen weisen entgegengesetzte Drehrichtungen auf, wobei während der Vorbehandlung von Objekten jeweils nur diejenige Pumpe in Betrieb ist, die dieselbe Drehrichtung aufweist wie die aktive bidirektionale Pumpe. Bei einer Änderung der Drehrichtung der bidirektionalen Pumpe nimmt daher die bislang inaktive unidirektionale Pumpe ihren Betrieb auf, während die bislang aktive unidirektionale Pumpe bis zu einer erneuten Änderung der Drehrichtung der bidirektionalen Pumpe pausiert.

**[0038]** Optional weist die erfindungsgemäße Vorrichtung auch eine Absperreinrichtung für die in der rohrförmigen Struktur angeordnete Pumpe auf. Diese Absperreinrichtung ist insbesondere eingerichtet, die Fluidkommunikation zwischen der Pumpe und dem Prozessbecken zu unterbrechen. Beispielsweise kann die Absperreinrichtung beidseitig der Pumpe angeordnete Kugelhähne oder andere Absperrventile umfassen, die abge-

riegelt werden können, wenn der Fluidaustausch zwischen Pumpe und Prozessbecken unterbunden werden soll, beispielsweise für Wartungsarbeiten.

**[0039]** Weiter optional weist die erfindungsgemäße Vorrichtung auch einen oder mehrere Festkörperfilter, auch Gleichrichter genannt, auf, die insbesondere innerhalb der rohrförmigen Struktur oder an deren Enden angeordnet sein können. Der zumindest eine Festkörperfilter dient einerseits dazu, die Pumpe vor dem unerwünschten Eindringen von Schmutz oder Festkörpern zu schützen, da dies zu einer Beschädigung der Pumpe führen kann. Andererseits fungiert der Festkörperfilter auch als Eingreifschutz, durch welchen verhindert wird, dass von Bedienern der Vorrichtung versehentlich in die Pumpe gefasst wird. Vorzugsweise ist jeweils ein Festkörperfilter auf jeder Seite der in der rohrförmigen Struktur angeordneten bidirektionalen Pumpe angeordnet.

**[0040]** Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Vorrichtung darüber hinaus eine Überlaufrinne auf, über die Fette, Öle und/oder Schmutzstoffe abgeschieden werden können.

**[0041]** Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Objekten, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen einer Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Objekten, umfassend ein Prozessbecken und eine Pumpe, wobei in oder an dem Prozessbecken eine rohrförmige Struktur angeordnet ist, die zumindest über einen Teil ihrer Länge gebogen ist, wobei die zwei Öffnungen, die von den beiden Enden der rohrförmigen Struktur begrenzt werden, in die gleiche Richtung weisen und wobei die Länge der rohrförmigen Struktur von deren einer Öffnung am einen Ende zu deren anderer Öffnung am anderen Ende maximal zweimal so lang ist wie die direkte Distanz zwischen den beiden Öffnungen, die von den beiden Enden der rohrförmigen Struktur begrenzt werden, und wobei innerhalb der rohrförmigen Struktur die Pumpe angeordnet ist, wobei die Pumpe eine bidirektionale Pumpe ist, die eingerichtet ist, ihre Drehrichtung ändern zu können, und wobei die Pumpe, die innerhalb der zumindest einen rohrförmigen Struktur angeordnet ist, eine Leistung von < 1 kW aufweist;
  - Anordnen eines Objekts innerhalb des mit Prozessflüssigkeit befüllten Prozessbeckens;
  - Umströmen lassen bzw. Durchströmen lassen des Objekts von Prozessflüssigkeit, wobei die Pumpe die Prozessflüssigkeit innerhalb der rohrförmigen Struktur in eine Richtung fördert.
- [0042]** Die in dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendete Prozessflüssigkeit ist insbesondere Entfettungsflüssigkeit, Wasser, Beize, Flux-Flüssigkeit oder eine sonstige Säure oder Lauge zur (chemischen) Ober-

flächenvorbehandlung von Objekten.

**[0043]** Das Objekt, das innerhalb des mit Prozessflüssigkeit gefüllten Prozessbeckens angeordnet wird, kann ein beliebiges Objekt sein, dessen Oberfläche in einer Prozessflüssigkeit behandelt werden soll. Beispielhafte Objekte sind insbesondere Objekte aus Metall oder Kunststoff oder Objekte, die Metall umfassen, wie z.B. Gitterroste und Schutzplanken, sowie insbesondere stahlhaltige oder aus Stahl bestehende Objekte, z.B. Stahlträger oder Baukonstruktionen beliebiger Art. In einer bevorzugten Ausführungsform umfassen oder bestehen die Objekte aus Eisen, Aluminium, Zink, Stahl und/oder weiteren Legierungen, die Eisen, Aluminium und/oder Zink umfassen, wobei die Objekte optional eine Beschichtung zum Schutz vor Korrosion, insbesondere eine Verzinkung, Galvanisierung, KTL-Beschichtung, Eloxierung, Nass- oder Pulverbeschichtung, aufweisen.

**[0044]** Die in dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendete Vorrichtung kann insbesondere so beschaffen sein wie voranstehend mit Bezug auf die erfindungsgemäße Vorrichtung als solche beschrieben, d.h. insbesondere, dass

- das Prozessbecken der verwendeten Vorrichtung zwei sich gegenüberliegende Längsseiten und zwei sich gegenüberliegende Stirnseiten aufweist, wobei die rohrförmige Struktur mit der darin angeordneten Pumpe als Bypass an einer Stirnseite angeordnet ist; und/oder
- die verwendete Vorrichtung zwei rohrförmige Strukturen umfasst, wobei in jeder der rohrförmigen Strukturen eine bidirektionale Pumpe angeordnet ist und wobei die rohrförmigen Strukturen jeweils als Bypass an derselben Stirnseite oder an sich gegenüberliegenden Stirnseiten angeordnet sind; und/oder
- die rohrförmige Struktur der verwendeten Vorrichtung innerhalb des Prozessbeckens an oder in unmittelbarer Nähe zu einer Stirnseite angeordnet ist, wobei die Öffnungen, die von den beiden Enden der rohrförmigen Struktur begrenzt werden, in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite weisen; und/oder
- die verwendete Vorrichtung zumindest zwei rohrförmige Strukturen aufweist, die innerhalb des Prozessbeckens an oder in unmittelbarer Nähe zu einer Stirnseite angeordnet sind, wobei die rohrförmigen Strukturen an oder in unmittelbarer Nähe zu derselben Stirnseite oder an oder in unmittelbarer Nähe zu sich gegenüberliegenden Stirnseiten angeordnet sind, und wobei die Öffnungen, die von den beiden Enden jeder rohrförmigen Struktur begrenzt werden, jeweils in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite weisen; und/oder
- die rohrförmige Struktur der verwendeten Vorrichtung mit der in dieser angeordneten bidirektionalen Pumpe in oder an dem Prozessbecken an einer Stirnseite angeordnet ist, wobei an der gegenüberliegenden Stirnseite des Prozessbeckens zumin-

dest zwei voneinander beabstandete unidirektionale Pumpen angeordnet sind; und/oder

- die verwendete Vorrichtung eine Absperreinrichtung für die Pumpe, zumindest einen Festkörperfilter, der innerhalb der rohrförmigen Struktur oder an deren Enden angeordnet ist, und/oder eine Überlaufrinne umfasst.

**[0045]** In dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein

- 10 in dem Prozessbecken angeordnetes Objekt vorzugsweise für eine Zeitspanne t von Prozessflüssigkeit umströmt, wobei anschließend die Drehrichtung der in der rohrförmigen Struktur angeordneten Pumpe geändert wird, sodass die Prozessflüssigkeit innerhalb der rohrförmigen Struktur in die entgegengesetzte Richtung gefördert wird. Die Zeitspanne t kann dabei beispielsweise mehreren Minuten, insbesondere 5-10 Minuten, 5-15 Minuten oder 5-20 Minuten betragen. Nach einer weiteren Zeitspanne t oder einer kürzeren oder einer längeren Zeitspanne wird die Drehrichtung der Pumpe vorzugsweise erneut geändert. Besonders bevorzugt wird die Drehrichtung der Pumpe in dem erfindungsgemäßen Verfahren während der Behandlung von Objekten in dem Prozessbecken nach jeweils vorbestimmten Zeitintervallen, beispielsweise nach jeweils 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 oder 20 Minuten geändert. Dabei wird in dem erfindungsgemäßen Verfahren eine turbulente Strömung der die zu behandelnden Objekte umgebenden Prozessflüssigkeit erzeugt,
- 15 20 25 30 35 40 45 50 55 die insbesondere durch Änderung der Drehrichtung der Pumpe sowie dadurch zustande kommt, dass der aus der rohrförmigen Struktur austretende Strom an Prozessflüssigkeit an der der rohrförmigen Struktur gegenüberliegenden Stirnseite des Prozessbeckens oder an den in diesem angeordneten zu behandelnden Objekten auftrifft.

**[0046]** Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Ausbildung der turbulenten Strömung in dem Prozessbecken noch durch den

- Einsatz von unidirektionalen Pumpen unterstützt, die an der Stirnseite des Prozessbeckens angeordnet sind, die der Stirnseite, an der die rohrförmige Struktur mit der darin angeordneten bidirektionalen Pumpe angeordnet ist, gegenüberliegen. Im Gegensatz zu der bidirektionalen Pumpe, die ihre Drehrichtung ändern kann und während der Oberflächenbehandlung der in dem Prozessbecken angeordneten Objekte nicht pausiert, können die unidirektionalen Pumpen ihre Drehrichtung nicht ändern bzw. nur für kurze Zeit z.B. für Reinigungszwecke ihre Drehrichtung ändern, beispielsweise um sich bei einer Verstopfung o.ä. freizuspülen. Das Erzeugen einer Strömung ist durch unidirektionale Pumpen nur in einer Richtung möglich. Es sind daher immer nur diejenigen unidirektionalen Pumpen aktiv, die dieselbe Drehrichtung wie die bidirektionale Pumpe aufweisen.

## Genaue Beschreibung der Erfindung

**[0047]** Die Erfindung wird nun genauer anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug auf die Figuren beschrieben, die

- in der Figur 1 eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- in der Figur 2 eine schematische Ansicht einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- in der Figur 3 eine schematische Ansicht der Ausführungsform aus Figur 2 während einer Oberflächenbehandlung von Objekten,
- in der Figur 4 eine schematische Ansicht der Ausführungsform aus Figur 2 während einer Oberflächenbehandlung von Objekten mit skizzierterem Strömungsprofil,
- in der Figur 5 eine 3D-Ansicht einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- in der Figur 6 eine schematische Ansicht einer vierten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, und
- in der Figur 7 eine schematische Ansicht einer fünften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeigen.

**[0048]** Die Figur 1 zeigt eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Objekten. Diese umfasst ein Prozessbecken 1 mit insbesondere rechteckiger Grundfläche, das zwei sich gegenüberliegende Stirnseiten 6 und zwei sich gegenüberliegende Längsseiten 5 aufweist. In dem Prozessbecken 1 befindet sich Prozessflüssigkeit 10, die insbesondere Entfettungsflüssigkeit, Wasser, Spülflüssigkeit, Beize, Flux-Flüssigkeit oder eine sonstige Säure oder Lauge zur (chemischen) Oberflächenvorbehandlung sein kann. An einer Stirnseite 6 weist das Prozessbecken 1 eine rohrförmige Struktur 3 auf, innerhalb derer eine bidirektionale Pumpe 2 angeordnet ist. Die rohrförmige Struktur 3 ist in der gezeigten Ausführungsform als Bypass ausgebildet. Die bidirektionale Pumpe 2, die eingerichtet ist, ihre Drehrichtung in vorbestimmten Zeitintervallen zu ändern, ist dabei in einem geraden Mittelteil des Bypasses bzw. der rohrförmigen Struktur 3 angeordnet und weist zu beiden Enden der rohrförmigen Struktur 3, an denen diese in das Prozessbecken 1 münden, den gleichen Abstand auf. Auf beiden Seiten der in der rohrförmigen Struktur 3 angeordneten bidirektionalen Pumpe 2 sind jeweils ein Festkörperfilter 8 und jeweils eine Absperreinrichtung 7 angeordnet. Durch die Pfeile an den Übergängen zwischen dem Bypass und dem Prozessbecken 1 ist die Strömungsrichtung durch den Bypass angedeutet. In dem abgebildeten Zustand strömt die Prozessflüssigkeit 10 daher von unten nach oben durch den Bypass, wobei sie bei einer Änderung der Drehrichtung der Pumpe 2 in

entgegengesetzte Richtung, d.h. von oben nach unten, durch den Bypass strömen würde (angedeutet durch die gestrichelten Pfeile).

**[0049]** Die Figur 2 zeigt eine schematische Ansicht einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Objekten, die zusätzlich zu den Elementen der in der Figur 1 gezeigten Ausführungsform noch einen zweiten Bypass bzw. eine zweite rohrförmige Struktur 3 mit darin angeordneter bidirektonaler Pumpe 2 aufweist. Wie auch die in der ersten rohrförmigen Struktur 3 angeordnete Pumpe 2 ist auch diese bidirektionale Pumpe 2 eingerichtet, in denselben vorbestimmten Zeitintervallen wie die erste bidirektionale Pumpe 2 ihre Drehrichtung zu ändern, wobei beide Pumpen 2 jeweils die gleiche Drehrichtung aufweisen. Die von der an der einen Stirnseite 6 des Prozessbeckens angeordneten bidirektionalen Pumpe 2 erzeugte Strömung wird daher durch den an der gegenüberliegenden Stirnseite 6 angeordneten Bypass umgelenkt und von der in diesem angeordneten bidirektionalen Pumpe 2 verstärkt.

**[0050]** Die Figur 3 zeigt schematisch die bereits in der Figur 2 gezeigte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Objekten, wobei zwei zu behandelnde Objekte 9 in die Prozessflüssigkeit 10 eintauchen. Die verschiedenen Strömungen innerhalb des Prozessbeckens 1 sind in Form von Linien dargestellt, aus denen zu erkennen ist, dass während der Oberflächenbehandlung der Objekte 9 ein Großteil der Strömung im Kreis gefahren wird, wobei die Umlenkung der Strömung an den Stirnseiten 6 des Prozessbeckens 1 jeweils durch die gegenüberliegend angeordneten rohrförmigen Strukturen 3 erfolgt. Es erfolgt jedoch auch ein Stoffaustausch zwischen den einzelnen Flüssigkeitsschichten, wie insbesondere in der Figur 4 zu sehen ist. Dies wurde in Experimenten herausgefunden, in denen die Bewegung einzelner Teilchen innerhalb einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. in einem erfindungsgemäßen Verfahren mittels einer Leuchstoffmarkierung verfolgt wurde. Die Bewegung eines solchen einzelnen Teilchens ist in der Figur 4 skizziert.

**[0051]** Die Figur 5 zeigt schematisch eine 3D-Ansicht einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung. Diese umfasst ein quaderförmiges Prozessbecken 1 mit zwei sich gegenüberliegenden Längsseiten 5 und zwei sich gegenüberliegenden Stirnseiten 6. An einer der Stirnseiten 6 sind zwei rohrförmige Strukturen 3 jeweils in Form eines Bypasses angeordnet. Innerhalb jeder rohrförmigen Struktur 3 ist eine bidirektionale Pumpe 2 (nicht gezeigt) angeordnet, wobei die Pumpen 2 eingerichtet sind, ihre Drehrichtungen jeweils nach vorbestimmten Zeitintervallen gleichzeitig zu ändern.

**[0052]** Die Figur 6 zeigt eine schematische Ansicht einer vierten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei der zwei rohrförmige Strukturen 3 mit darin angeordneten bidirektionalen Pumpen 2 nicht als Bypässe, sondern innerhalb des Prozessbeckens 1 an

sich gegenüberliegenden Stirnseiten **6** angeordnet sind. Die rohrförmigen Strukturen **3** sind dabei jeweils mit ihrer Längsachse an der jeweiligen Stirnseite **6** oder in einem geringen Abstand zu dieser angeordnet, wobei die beiden Enden jeder rohrförmigen Struktur **3** den jeweils anderen Enden der anderen rohrförmigen Struktur **3** zugewandt sind. Die in dem Prozessbecken **1** befindliche Prozessflüssigkeit **10** wird nach dem Passieren einer rohrförmigen Struktur **3** in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite **6** bewegt, wo sie bei Durchtritt durch die dort angeordnete rohrförmige Struktur **3** umgelenkt und in Richtung der anderen Stirnseite **6** zurückbewegt wird. Die in beiden rohrförmigen Strukturen **3** angeordneten bidirekionalen Pumpen **2** sind eingerichtet, gleichzeitig ihre Drehrichtung zu ändern und daraufhin Prozessflüssigkeit **10** in entgegengesetzter Richtung durch die rohrförmigen Strukturen **3** bzw. durch das Prozessbecken **1** zu bewegen.

**[0053]** Obwohl gemäß der Figur **6** zwei rohrförmige Strukturen **3** in einem Prozessbecken **1** angeordnet sind, kann in Abhängigkeit der Abmessungen des Prozessbeckens **1** auch nur eine rohrförmige Struktur **3** mit einer darin angeordneten bidirekionalen Pumpe **2** zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausreichend sein. Eine solche Ausführungsform ist in der Figur **7** gezeigt, in der auch die optionalen beidseitig der bidirekionalen Pumpe **2** in der rohrförmigen Struktur **3** angeordneten Festkörperfilter **8** dargestellt sind. Die Figur **8** zeigt eine schematische Ansicht einer fünften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, in der ein Prozessbecken **1** auf einer Stirnseite **6** einen Bypass bzw. eine rohrförmige Struktur **3** mit in dieser angeordneter bidirekionaler Pumpe **2** umfasst. An der gegenüberliegenden Stirnseite **6** weist die Vorrichtung zwei unidirektionale Pumpen **4** auf, die eine entgegengesetzte Drehrichtung aufweisen und von denen jeweils nur eine in Betrieb ist (angedeutet durch die gestrichelten bzw. durchgezogenen Linien). Diese unidirektionale Pumpen **4** fungieren als Hilfspumpen, um die innerhalb der rohrförmigen Struktur **3** durch die bidirektionale Pumpe **2** erzeugte Strömung zu unterstützen bzw. zu verstärken. Diese Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung eignet sich insbesondere für Prozessbeckens **1**, in denen aufgrund der Länge des Prozessbeckens **1** an der gegenüberliegenden Seite eine weitere Pumpe erforderlich ist, um die durch die bidirektionale Pumpe **2** erzeugte Strömung zu verstärken, in denen jedoch außerhalb des Prozessbeckens **1** kein Platz für eine weitere rohrförmige Struktur **3** in Form eines zweiten Bypasses vorhanden ist, beispielsweise weil das Prozessbecken **1** mit dieser Stirnseite **6** an einer Wand steht.

**[0054]** Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass alle im Voranstehenden beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sich optimal zur Oberflächenbehandlung von Objekten eignen, da in allen Ausführungsformen durch die zumindest eine rohrförmige Struktur **3** mit der in dieser angeordneten bidirekionalen

Pumpe **2** eine turbulente Strömung in dem Prozessbecken **1** erzeugt wird, die die in der Prozessflüssigkeit angeordneten Objekte **9** optimal umströmt, wobei durch regelmäßiges Ändern der Drehrichtung der Pumpe **2** auch die Bildung von Strömungsschatten vollständig vermieden wird. Anders als bei einer laminaren Strömung findet dabei ein Stoffaustausch zwischen den einzelnen Flüssigkeitsschichten statt, was sich vorteilhaft auf das Ergebnis der Oberflächenbehandlung auswirkt, indem insbesondere eine qualitativ bessere, insbesondere gleichmäßige Oberflächenbehandlung bei vorzugsweise um bis zu 50 % verkürzter Behandlungsdauer im Vergleich zu einer statischen Vorbehandlung erreicht wird.

**[0055]** Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Figuren sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

#### Bezugszeichenliste:

#### **[0056]**

- |    |    |                               |
|----|----|-------------------------------|
| 25 | 1  | Prozessbecken                 |
|    | 2  | bidirektionale Pumpe          |
|    | 3  | rohrförmige Struktur          |
|    | 4  | unidirektionale Pumpe         |
|    | 5  | Längsseite des Prozessbeckens |
| 30 | 6  | Stirnseite des Prozessbeckens |
|    | 7  | Absperreinrichtung            |
|    | 8  | Festkörperfilter              |
|    | 9  | Objekt                        |
| 35 | 10 | Prozessflüssigkeit            |

#### **Patentansprüche**

1. Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Objekten, umfassend ein Prozessbecken (1) und eine Pumpe (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** in oder an dem Prozessbecken (1) eine rohrförmige Struktur (3) angeordnet ist, die zumindest über einen Teil ihrer Länge gebogen ist, wobei die zwei Öffnungen, die von den beiden Enden der rohrförmigen Struktur (3) begrenzt werden, in die gleiche Richtung weisen und wobei die Länge der rohrförmigen Struktur (3) von deren einer Öffnung am einen Ende zu deren anderer Öffnung am anderen Ende maximal zweimal so lang ist wie die direkte Distanz zwischen den beiden Öffnungen, die von den beiden Enden der rohrförmigen Struktur (3) begrenzt werden, und wobei innerhalb der rohrförmigen Struktur (3) die Pumpe (2) angeordnet ist, wobei die Pumpe (2) eine bidirektionale Pumpe ist, die eingerichtet ist, ihre Drehrichtung ändern zu können, und wobei die Pumpe (2), die innerhalb der zumindest einen rohrförmigen Struktur (3) angeordnet ist, eine Leistung von < 1

- kW aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Prozessbecken (1) zwei sich gegenüberliegende Längsseiten (5) und zwei sich gegenüberliegende Stirnseiten (6) aufweist, wobei die rohrförmige Struktur (3) mit der darin angeordneten Pumpe (2) als Bypass an einer Stirnseite (6) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zwei rohrförmige Strukturen (3) umfasst, wobei in jeder der rohrförmigen Strukturen (3) eine bidirektionale Pumpe (2) angeordnet ist und wobei die rohrförmigen Strukturen (3) jeweils als Bypass an derselben Stirnseite (6) oder an sich gegenüberliegenden Stirnseiten (6) angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rohrförmige Struktur (3) innerhalb des Prozessbeckens (1) an oder in unmittelbarer Nähe zu einer Stirnseite (6) angeordnet ist, wobei die Öffnungen, die von den beiden Enden der rohrförmigen Struktur (3) begrenzt werden, in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite (6) weisen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** zwei rohrförmige Strukturen (3), die innerhalb des Prozessbeckens (1) an oder in unmittelbarer Nähe zu einer Stirnseite (6) angeordnet sind, wobei die rohrförmigen Strukturen (3) an oder in unmittelbarer Nähe zu derselben Stirnseite (6) oder an oder in unmittelbarer Nähe zu sich gegenüberliegenden Stirnseiten (6) angeordnet sind, wobei in jeder der rohrförmigen Strukturen (3) eine bidirektionale Pumpe (2) angeordnet ist und wobei die Öffnungen, die von den beiden Enden jeder rohrförmigen Struktur (3) begrenzt werden, jeweils in Richtung der gegenüberliegenden Stirnseite (6) weisen.
6. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine rohrförmige Struktur (3) mit der in dieser angeordneten bidirektionalen Pumpe (2) in oder an dem Prozessbecken (1) an einer Stirnseite (6) angeordnet ist, wobei an der gegenüberliegenden Stirnseite (6) des Prozessbeckens (1) zumindest zwei voneinander beabstandete unidirektionale Pumpen (4) angeordnet sind.
7. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese eines oder mehrere der folgenden Elemente umfasst:
- eine Absperreinrichtung (7) für die Pumpe (2);
  - zumindest einen Festkörperfilter (8), der innerhalb der rohrförmigen Struktur (3) oder an deren
- 5 Enden angeordnet ist;  
- eine Überlaufrinne.
8. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (2), die innerhalb der zumindest einen rohrförmigen Struktur (3) angeordnet ist, eine säure- und/oder hitzebeständige Pumpe mit einer Hitzebeständigkeit bis 65 °C ist.
- 10 9. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (2), die innerhalb der zumindest einen rohrförmigen Struktur (3) angeordnet ist, einen variablen Förderbereich zwischen 10 und 180.000 L/h aufweist.
- 15 10. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (2), die innerhalb der zumindest einen rohrförmigen Struktur (3) angeordnet ist, eine elektronische Steuerung aufweist.
- 20 11. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (2), die innerhalb der zumindest einen rohrförmigen Struktur (3) angeordnet ist, aus der Gruppe ausgewählt ist, die Propellerpumpen, Kreiselpumpen, Drehkolbenpumpen, Kreiskolbenpumpen, Klappenspumpen, Zahnradpumpen, Exzenterorschneckenpumpen, Schlauchpumpen und Pneumatikmembranpumpen umfasst.
- 25 12. Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Objekten, umfassend die Schritte:
- 30     - Bereitstellen einer Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche;
- 35     - Anordnen eines Objekts (9) innerhalb des mit Prozessflüssigkeit (10) gefüllten Prozessbeckens (1);
- 40     - Umströmen lassen und/oder Durchströmen lassen des Objekts (9) von Prozessflüssigkeit (10), wobei die Pumpe (2) die Prozessflüssigkeit (10) innerhalb der rohrförmigen Struktur (3) in eine Richtung fördert.
- 45 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Objekt (9) für eine Zeitspanne t von der Prozessflüssigkeit (10) umströmt wird und anschließend die Drehrichtung der Pumpe (2) geändert wird, sodass die Prozessflüssigkeit (10) innerhalb der rohrförmigen Struktur (3) in die entgegengesetzte Richtung gefördert wird.
- 50 14. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die das Objekt (9) umgebende Prozessflüssigkeit (10) sich in einem turbulenten Strömungsprofil bewegt.

## Claims

1. Device for surface treatment of objects, comprising a process basin (1) and a pump (2), **characterized in that** a tubular structure (3) is arranged in or at the process basin (1), which tubular structure is curved over at least part of its length, wherein the two openings which are delimited by the two ends of the tubular structure (3) face in the same direction, and wherein the length of the tubular structure (3) from its one opening at one end to its other opening at the other end is at most twice as long as the direct distance between the two openings which are delimited by the two ends of the tubular structure (3), and wherein the pump (2) is arranged within the tubular structure (3), wherein the pump (2) is a bidirectional pump, which is arranged to be able to change its direction of rotation, and wherein the pump (2) which is arranged within the at least one tubular structure (3) has a power of < 1 kW.
- 5
2. Device according to claim 1, **characterized in that** the process basin (1) has two opposing longitudinal sides (5) and two opposing front sides (6), the tubular structure (3) with the pump (2) arranged therein being arranged as a bypass at one front side (6).
- 10
3. Device according to one of the claims 1 or 2, **characterized in that** it comprises two tubular structures (3), wherein a bidirectional pump (2) is arranged in each of the tubular structures (3), and wherein the tubular structures (3) are each arranged as a bypass at the same front side (6) or at opposing front sides (6).
- 15
4. Device according to claim 1, **characterized in that** the tubular structure (3) is arranged within the process basin (1) at or in the immediate vicinity of a front side (6), the openings delimited by the two ends of the tubular structure (3) facing in the direction of the opposite front side (6).
- 20
5. Device according to claim 4, **characterized by** two tubular structures (3) arranged within the process basin (1) at or in close proximity to a front side (6), wherein the tubular structures (3) are arranged at or in close proximity to the same front side (6) or at or in close proximity to mutually opposing front sides (6), wherein a bidirectional pump (2) is arranged in each of the tubular structures (3), and wherein the openings delimited by the two ends of each tubular structure (3) each face in the direction of the opposite front side (6).
- 25
6. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one tubular structure (3) with the bidirectional pump (2) arranged therein is arranged at one front side (6) in or at the
- 30
- process basin (1), wherein at least two unidirectional pumps (4) spaced apart from one another are arranged at the opposite front side (6) of the process basin (1).
- 35
7. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises one or more of the following elements:
- a shut-off device (7) for the pump (2);
  - at least one filter (8) for solids arranged within the tubular structure (3) or at its ends;
  - an overflow gutter.
- 40
8. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the pump (2) which is arranged within the at least one tubular structure (3) is an acid and/or heat resistant pump having a heat resistance up to 65 °C.
- 45
9. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the pump (2) which is arranged within the at least one tubular structure (3) has a variable conveying range between 10 and 180,000 L/h.
- 50
10. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the pump (2) which is arranged within the at least one tubular structure (3) has an electronic control.
- 55
11. Device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the pump (2) which is arranged within the at least one tubular structure (3) is selected from the group comprising propeller pumps, centrifugal pumps, rotary pumps, rotary piston pumps, flap pumps, gear pumps, eccentric screw pumps, peristaltic pumps and pneumatic diaphragm pumps.
- 60
12. Process for surface treatment of objects, comprising the steps of:
- Providing a device according to one of the preceding claims;
  - Placing an object (9) inside the process basin (1) filled with process liquid (10);
  - Allowing process liquid (10) to flow around and/or through the object (9), the pump (2) conveying the process liquid (10) inside the tubular structure (3) in one direction.
- 65
13. Process according to claim 12, **characterized in that** the object (9) is flowed around by the process liquid (10) for a time period t and subsequently the direction of rotation of the pump (2) is changed so that the process liquid (10) inside the tubular struc-

ture (3) is conveyed in the opposite direction.

14. Process according to one of the preceding claims, **characterized in that** the process liquid (10) surrounding the object (9) moves in a turbulent flow profile.

## Revendications

1. Dispositif destiné au traitement de surfaces d'objets, comprenant un bac de processus (1) et une pompe (2), **caractérisé en ce que** dans ou sur le bac de processus (1) est disposée une structure tubulaire (3) qui est coudée au moins sur une partie de sa longueur, les deux orifices qui sont délimités par les deux extrémités de la structure tubulaire (3) pointant dans la même direction et la longueur de la structure tubulaire (3), qui s'étend d'un orifice de celle-ci situé à une extrémité à l'autre orifice de celle-ci situé à l'autre extrémité, étant au maximum deux fois plus longue que la distance directe entre les deux orifices qui sont délimités par les deux extrémités de la structure tubulaire (3), et la pompe (2) étant disposée à l'intérieur de la structure tubulaire (3), la pompe (2) étant une pompe bidirectionnelle qui est conçue pour pouvoir changer son sens de rotation, et la pompe (2) qui est disposée à l'intérieur de ladite au moins une structure tubulaire (3) présentant une puissance de < 1 kW.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le bac de processus (1) présente deux faces longitudinales (5) opposées et deux faces frontales (6) opposées, la structure tubulaire (3) avec la pompe (2) disposée dans celle-ci étant disposée en tant que dérivation sur une face frontale (6).
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** ce dernier comprend deux structures tubulaires (3), une pompe bidirectionnelle (2) étant disposée dans chacune des structures tubulaires (3) et les structures tubulaires (3) étant disposées chacune en tant que dérivation sur la même face frontale (6) ou sur des faces frontales (6) opposées.
4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la structure tubulaire (3) est disposée à l'intérieur du bac de processus (1) sur ou à proximité immédiate d'une face frontale (6), les orifices qui sont délimités par les deux extrémités de la structure tubulaire (3) pointant en direction de la face frontale (6) opposée.
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé par** deux structures tubulaires (3) qui sont disposées à l'intérieur du bac de processus (1) sur ou à proximité immédiate d'une face frontale (6), les structures tubulaires (3) étant disposées sur ou à proximité immédiate de la même face frontale (6) ou sur des ou à proximité immédiate de faces frontales (6) opposées, une pompe bidirectionnelle (2) étant disposée dans chacune des structures tubulaires (3) et les orifices qui sont délimités par les deux extrémités de chaque structure tubulaire (3) pointant chacun en direction de la face frontale (6) opposée.
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite au moins une structure tubulaire (3) avec la pompe bidirectionnelle (2) disposée dans celle-ci est disposée sur une face frontale (6) dans ou sur le bac de processus (1), au moins deux pompes unidirectionnelles (4) espacées l'une de l'autre étant disposées sur la face frontale (6) opposée du bac de processus (1).
7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ce dernier comprend un ou plusieurs des éléments suivants :
- un mécanisme d'arrêt (7) pour la pompe (2) :
  - au moins un filtre à solides (8) qui est disposé à l'intérieur de la structure tubulaire (3) ou à ses extrémités ;
  - un canal de débordement.
8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pompe (2) qui est disposée à l'intérieur de ladite au moins une structure tubulaire (3) est une pompe résistante aux acides et/ou à la chaleur ayant une résistance à la chaleur jusqu'à 65 °C.
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pompe (2) qui est disposée à l'intérieur de ladite au moins une structure tubulaire (3) présente une plage de transport variable entre 10 et 180 000 l/h.
10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pompe (2) qui est disposée à l'intérieur de ladite au moins une structure tubulaire (3) comporte une commande électronique.
11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pompe (2) qui est disposée à l'intérieur de ladite au moins une structure tubulaire (3) est choisie dans le groupe qui comprend les pompes à hélice, les pompes centrifuges, les pompes rotatives, les pompes à piston tournant, les pompes à clapet, les pompes à engrenages, les pompes à vis sans fin excentrique, les pompes péristaltiques et les pompes pneumatiques à membrane.

12. Procédé pour le traitement de surfaces d'objets,  
comprenant les étapes consistant à :

- disposer un dispositif selon l'une des revendications précédentes ; 5
- placer un objet (9) à l'intérieur du bac de processus rempli avec du liquide de processus (10)
- faire s'écouler autour de et/ou faire s'écouler à travers l'objet (9) du liquide de processus (10), la pompe (2) transportant le liquide de processus (10) dans une direction à l'intérieur de la structure tubulaire (3). 10

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'objet (9) est entouré par l'écoulement du liquide de processus (10) pendant un espace de temps t et ensuite le sens de rotation de la pompe (2) est changé, de sorte que le liquide de processus (10) est transporté dans le sens inverse à l'intérieur de la structure tubulaire (3). 15 20

14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le liquide de processus (10) entourant l'objet (9) se meut en un profil d'écoulement turbulent. 25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

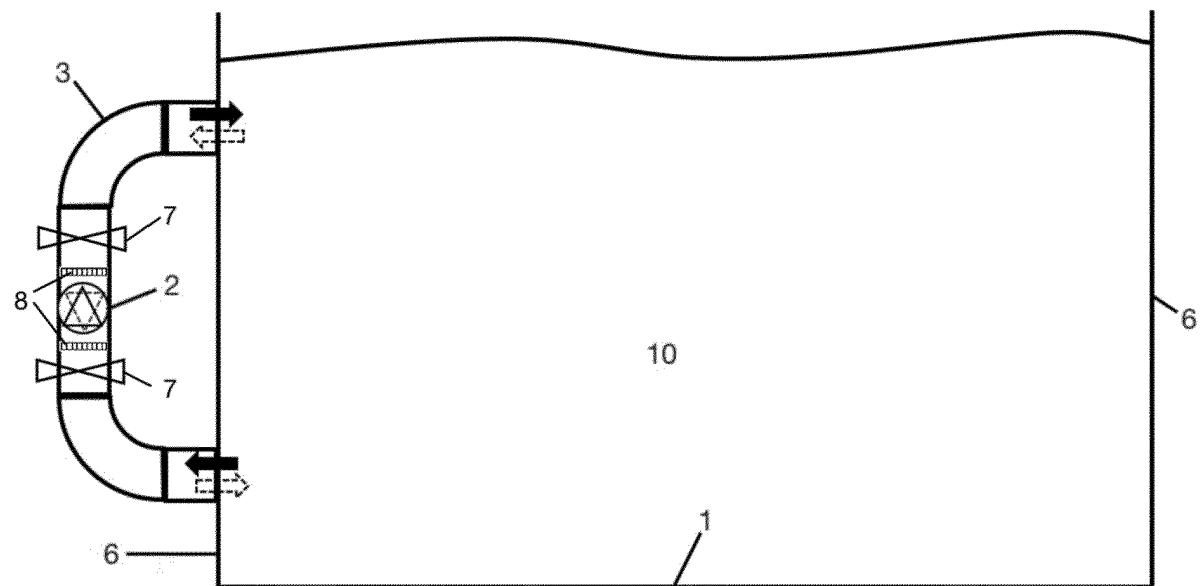


Fig. 2

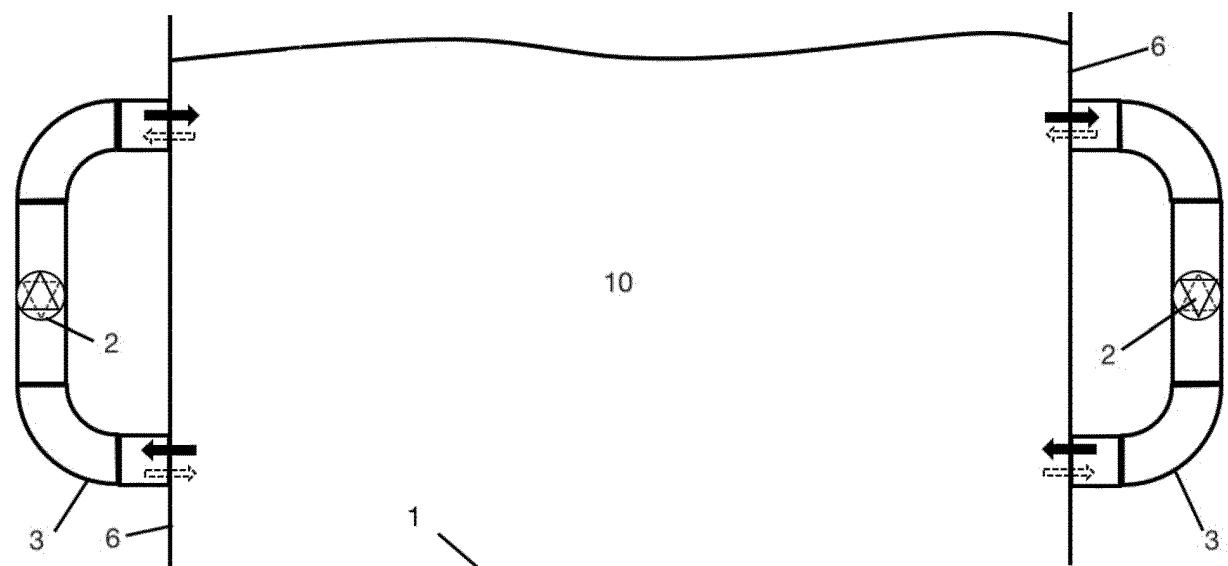


Fig. 3

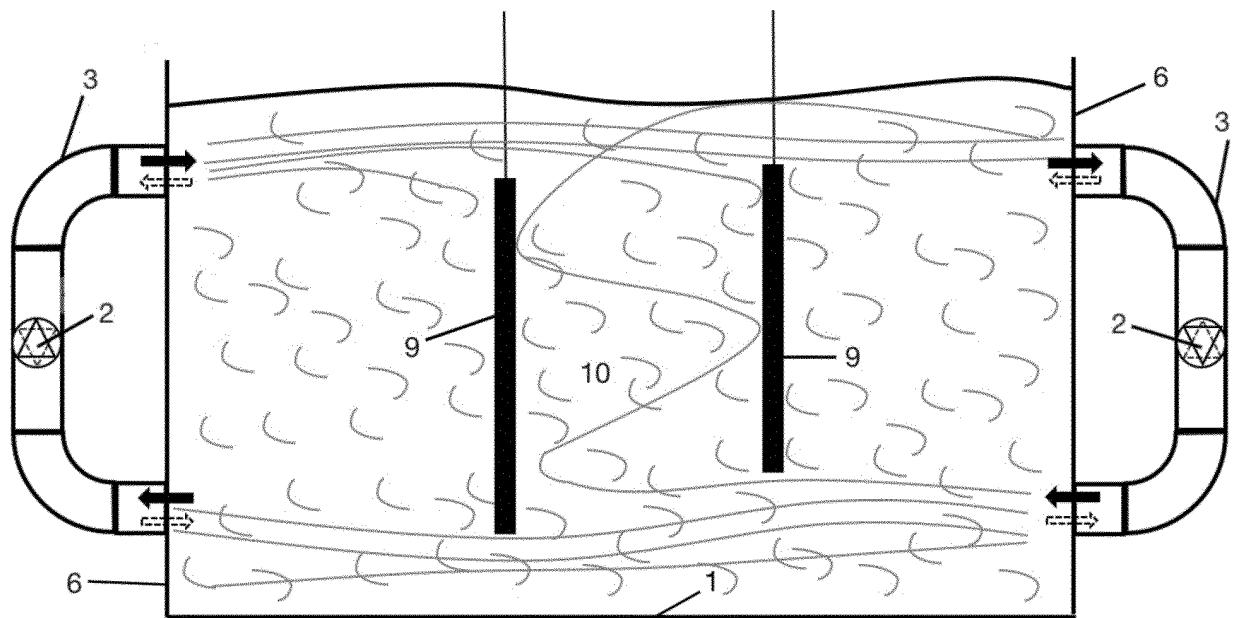


Fig. 4

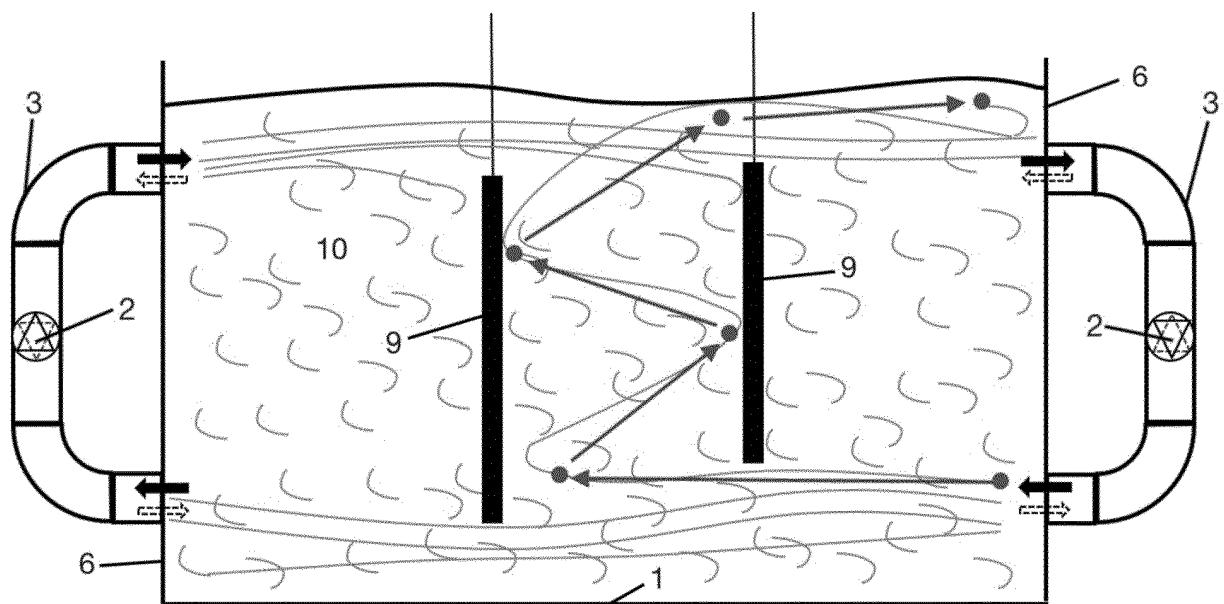


Fig. 5

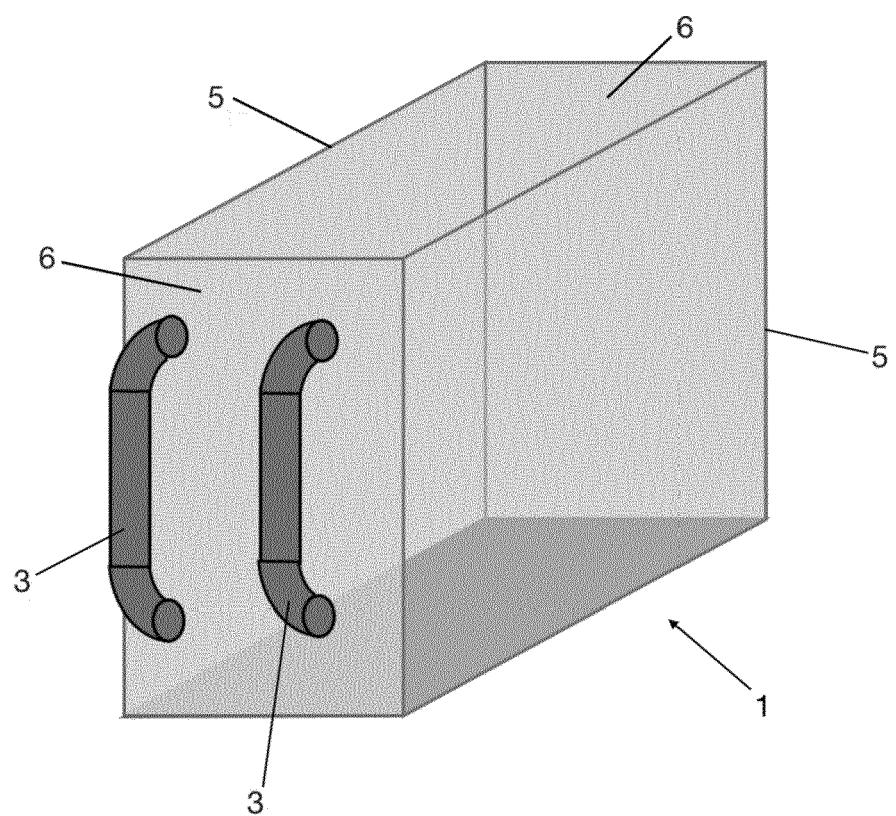


Fig. 6

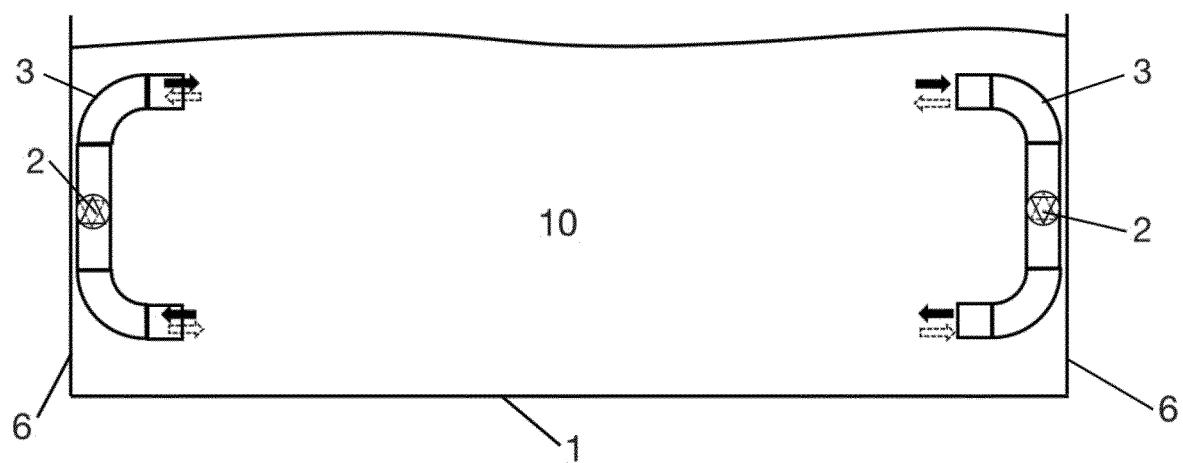


Fig. 7

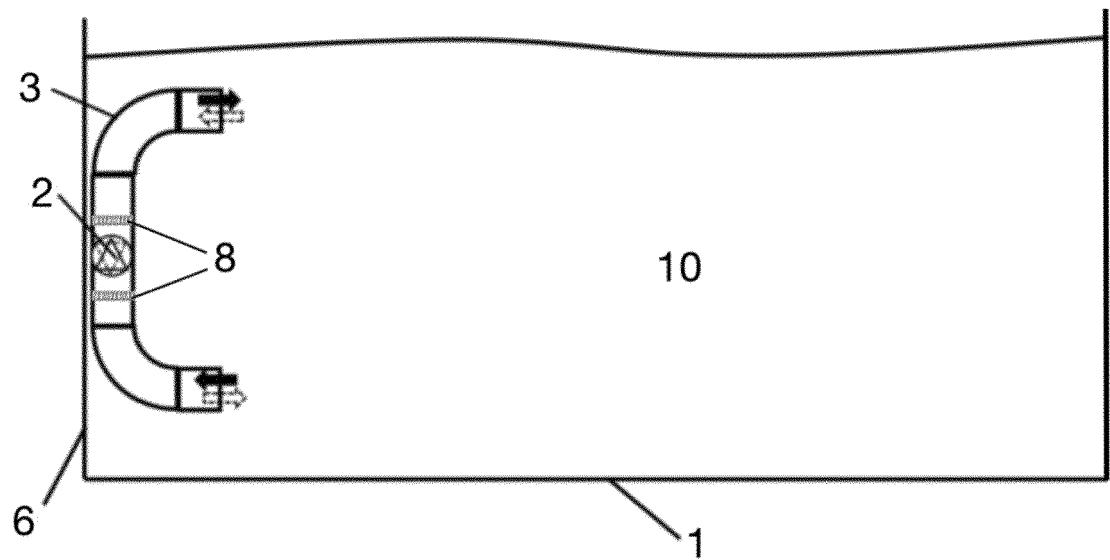
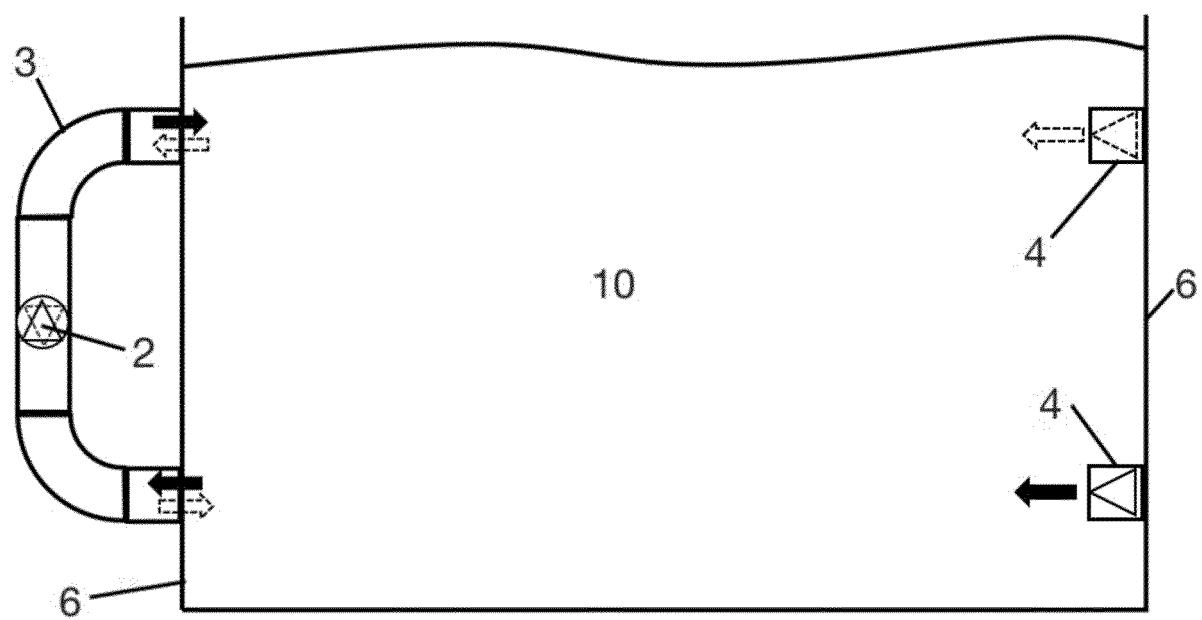


Fig. 8



**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**

- EP 3483304 A1 [0005] [0007]
- DE 102009034007 A1 [0008] [0019]
- DE 102012103906 A1 [0009]
- DE 69630293 T2 [0010]
- DE 102015014322 A1 [0011]