



(10) **DE 10 2012 108 572 A1** 2014.03.13

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 108 572.2**

(22) Anmeldetag: **13.09.2012**

(43) Offenlegungstag: **13.03.2014**

(51) Int Cl.: **C02F 7/00 (2006.01)**

C02F 3/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

Stachowske, Martin, Prof. Dr., 44879, Bochum, DE

(74) Vertreter:

Patentanwälte Bals & Vogel, 44799, Bochum, DE

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(56) Ermittelter Stand der Technik:

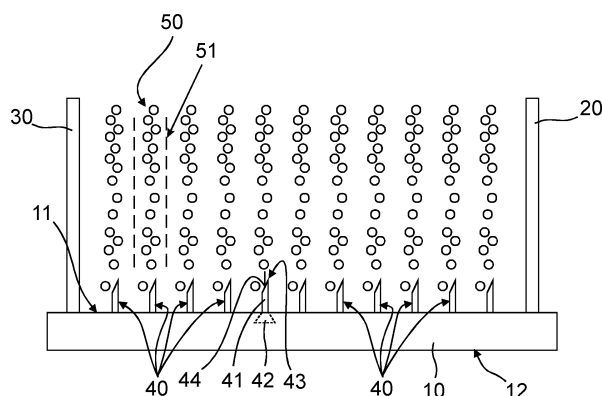
DE	25 02 475	A1
DE	28 05 794	A1
CH	461 389	A
EP	0 049 154	A1
EP	0 357 478	A1
WO	2007/ 135 087	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in eine Flüssigkeit**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in eine Flüssigkeit, mit einer Druckkammer (10), einer Lochblende (11), die eine Oberseite der Druckkammer (10) bildet, einer Belüfterwanne (12) bzw. einem geschlossenen Bodenblech, die bzw. das eine Unterseite der Druckkammer (10) bildet, einer Zuführleitung (30) zum Zuführen des Gases oder des Gasgemisches in die Druckkammer (10), einer Entwässerungsleitung (20) zum Abführen der Flüssigkeit aus der Druckkammer (10), und einer Vielzahl von Auslasselementen (40) für das Gas oder Gasgemisch, die an der Lochblende (11), beabstandet zur Belüfterwanne (12) bzw. dem geschlossenen Bodenblech, derart angeordnet sind, dass die Druckkammer (10) im Wesentlichen frei von Auslasselementen (40) ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in eine Flüssigkeit, beispielsweise in mit der Flüssigkeit gefüllte Reaktoren oder in natürliche oder in künstliche Gewässer.

[0002] In derzeit üblichen Vorrichtungen zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in eine Flüssigkeit oder mit anderen Worten, zum Belüften von Flüssigkeiten, werden Membran-Belüfter, Keramik-Belüfter oder horizontale Lochbleche eingesetzt. Dabei hat sich als Nachteil herausgestellt, dass die Membran-Belüfter und die Keramik-Belüfter einen hohen Energieverbrauch aufweisen. Die Membranen dieser Belüfter müssen für ihren Betrieb umständlich geöffnet und geschlossen werden, was zu systembedingten Druckverlusten beim Gasdurchtritt aus den Membranschlitzten oder durch die Wand der Keramik-Belüfter führt. Bei Stillstandzeiten kann Wasser durch die Membranschlitzte oder die Keramikwand in die Belüfter eindringen, das dann durch die Verdunstung während des Betriebes mit der geförderten Luft wieder ausgetragen werden muss. Außerdem ist es nachteilig, dass die Membran- sowie Keramik-Belüfter nur kompliziert gereinigt werden können. Dafür müssen sie vollständig aus der Flüssigkeit herausgenommen werden und durch die Verdunstung der in die Schlitzte eingetretenen Flüssigkeit befreit werden. Dieses Reinigungsverfahren weist zudem den Nachteil auf, dass die festgesetzten Feststoffe oder Schmutzpartikel in den Membranschlitzten oder auf der Keramikoberfläche dadurch nicht entfernt werden können. Folglich weisen die Membran- und Keramik-Belüfter eine kurze Funktionsdauer auf, da die Schlitzte mit den Schmutzpartikeln verstopft werden können, was dazu führen kann, dass die Belüfter nicht mehr einsatzfähig sind. Bei den horizontalen Lochblechen hat sich als Nachteil herausgestellt, dass die freigesetzten Gasbläschen nach dem Austreten koaleszieren und sich größere Gasblasen bilden, die für die vorgegebenen Zwecke eines energieeffizienten Gaseintrags mit einem Belüfter nicht geeignet sind. Allen herkömmlichen Belüftern ist gemein, dass die einzelnen eingetragenen Gasblasen sich schnell zu noch größeren Blasen verbinden und daher eine zu hohe Aufstiegsgeschwindigkeit aufweisen, wodurch sich im Umkehrschluss die für den Übertrag von Gas aus der Gasblase in die Flüssigkeit maßgebende Kontaktzeit, die durch die Aufstiegsgeschwindigkeit bestimmt wird, verkürzt. Das Gas wird daher schnell aus der Flüssigkeit ausgeschieden und die gewünschten Effekte eines Belüfters werden nur eingeschränkt erreicht.

[0003] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die oben genannten Nachteile zu überwinden und eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in

eine Flüssigkeit bereitzustellen, die energiesparend arbeiten und einzelne kleinere Gasbläschen schaffen, die nicht koaleszieren und die somit eine gewünschte niedrige Aufstiegsgeschwindigkeit und verlängerte Aufenthaltszeit der Bläschen in der Flüssigkeit aufweisen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung soll einfach gereinigt werden können. Außerdem ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren sicherzustellen, die zum Eintrag eines Gases oder eines Gasgemisches an verschiedenen Orten, in Reaktoren, in künstlichen und natürlichen Gewässern, in Steigleitungen sowie Abwasser- und Wasserleitungen flexibel einsetzbar sind sowie zum Sauerstoffeintrag für den biologischen Abbau von Inhaltsstoffen im Wasser oder im Gewässer und dergleichen geeignet sind.

[0004] Diese Aufgabe wird durch sämtliche Merkmale des unabhängigen Vorrichtungsanspruches und des unabhängigen Verfahrensanspruches gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0005] Erfindungsgemäß ist eine Vorrichtung zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in eine Flüssigkeit vorgesehen, die eine Druckkammer aufweisen kann. Die Druckkammer kann dabei eine Lochblende und eine Belüfterwanne oder ein geschlossenes Bodenblech aufweisen, wobei die Lochblende eine Oberseite und die Belüfterwanne oder ein geschlossenes Bodenblech eine Unterseite der Druckkammer bilden kann. Zum Zuführen des Gases oder des Gasgemisches in die Druckkammer kann eine Zuführleitung vorgesehen sein. Zum Abführen der Flüssigkeit aus der Druckkammer kann eine Entwässerungsleitung vorgesehen sein. Vorteilhafterweise sieht die Erfindung eine Vielzahl von Auslasselementen für das Gas oder Gasgemisch vor, die an der Lochblende, beabstandet zur Belüfterwanne bzw. zum Bodenblech, derart angeordnet sein können, dass die Druckkammer im Wesentlichen frei von Auslasselementen sein kann. Dabei kann das Auslasselement als eine Kanüle ausgebildet sein. Das Gas oder das Gasgemisch kann in Form von Bläschen aus den Auslasselementen austreten. Die Größe der Kanüle kann derart ausgewählt werden, dass die durch die Kanüle ausgelassenen Bläschen eine geeignete Größe aufweisen, um sich in einer bestimmten Flüssigkeit eine gewünschte Zeit aufhalten zu können. Die Erfindung geht dabei von dem Gedanken aus, dass die Auslasselemente an der Oberseite der Druckkammer angeordnet werden können und dass die Druckkammer im Wesentlichen hohl bleiben kann, um eine Aufnahme und einen störfreien Fluss des Gases oder Gasgemisches zu ermöglichen.

[0006] Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass das Auslasselement ein Rohrstück aufweist, das nach außen in die Flüssigkeit zum Auslassen des Gases oder des Gasgemisches gerichtet ist.

Zudem kann das erfindungsgemäße Auslasselement einen Fuß aufweisen, der sich zu einem Ende verbreitet, welches nach innen in die Druckkammer gerichtet ist. Vorteilhafterweise kann das Gas aus der Druckkammer durch den Fuß des Auslasselementes, welches in der Oberseite der Druckkammer angebracht ist, direkt in das Rohstück und dadurch in die Flüssigkeit austreten.

[0007] Erfindungsgemäß kann das Auslasselement zweiteilig ausgeführt sein. Das Rohstück kann dabei aus Edelstahl und der Fuß aus einem elastischen Material ausgebildet sein. Alternativ ist es aber auch denkbar, dass das Auslasselement materialeinheitlich, insbesondere aus Edelstahl, mit oder ohne Fuß ausgebildet sein kann.

[0008] Die erfindungsgemäße Lochblende kann eine Vielzahl von Öffnungen aufweisen, die mit der Vielzahl der Auslasselemente korrespondieren kann. Vorteilhafterweise können die Auslasselemente in den Öffnungen formschlüssig angeordnet sein. Besonders vorteilhaft dabei ist, dass die Auslasselemente einfach und ohne zusätzliche Bauteile oder Befestigungselemente an der Lochblende gehalten werden können. Die Druckkammer bleibt dabei im Wesentlichen frei von jeglichen Bauelementen. Das Gas oder Gasgemisch in der Druckkammer kann somit ungestört fließen und direkt durch die nach unten in die Druckkammer sich öffnenden Auslasselemente, insbesondere durch den Fuß der Auslasselemente, aus der Druckkammer in die Flüssigkeit geleitet werden. Weiterhin kann vorgesehen sein, dass das Auslasselement durch elastische Verformung, insbesondere des Fußes, eine korrespondierende Öffnung der Lochblende abdichtend abschließen kann. Erfindungsgemäß kann eine separate Dichtung zwischen der Lochblende und den Auslasselementen vorgesehen sein. Somit kann ein abgedichteter Raum in der Druckkammer geschaffen werden, wobei das Gas oder das Gasgemisch nur durch die vorgesehenen Auslasselemente aus der Druckkammer austreten können. Um einen Formschluss zu schaffen, kann das Auslasselement an der Lochblende durch Eindrücken und/oder Einpressen und/oder Einschlagen in einer korrespondierenden Öffnung der Lochblende befestigt werden.

[0009] Nach einem besonderen Vorteil kann das Auslasselement einen Gasaustrittsbereich aufweisen, der durch eine bestimmte Geometrie bestimmt werden kann, durch eine konvexe, eine konkave, eine glatte Geometrie oder durch die Kombination von konvexer, konkaver und glatter Geometrie in allen möglichen Kombinationen. Durch die Auswahl einer geeigneten Geometrie kann eine bestimmte Form und Größe der austretenden Bläschen, die Abstoßkraft mit der die Bläschen ausgelassen werden, ihre Bewegungsbahn und ihre Geschwindigkeit realisiert werden. Eine geeignete Geometrie des Gasaus-

trittsbereiches kann dazu dienen, die Aufenthaltszeit der Bläschen in der Flüssigkeit optimal zu erhöhen. Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass das Auslasselement einen Gasaustrittsbereich mit einer Geometrie aufweist, die eine Neigung von 0° bis 89°, insbesondere 60° Grad zu einer horizontalen Ebene parallel zur Oberseite der Druckkammer aufweist. So kann die Austrittsrichtung der Bläschen bestimmt werden, sodass die nachfolgenden Bläschen sich zunächst in eine andere Richtung bewegen als die zuvor ausgetretenen, bevor sie nach oben steigen. Damit kann vermieden werden, dass die Bläschen aufeinander treffen, koaleszieren und sich größere Gasblasen bilden, die einen niedrigeren Widerstand gegen Auftrieb als zwei separate kleinere Bläschen aufweisen und als eine dann größere Blase schneller durch die Auftriebskraft nach oben befördert werden. Der negative Effekt der Koaleszenz kann somit überwunden werden.

[0010] Erfindungsgemäß kann das Auslasselement einen Außendurchmesser von 0,2 mm bis 2,0 mm aufweisen, um eine geeignete Größe der Bläschen zu erreichen. Der Innendurchmesser des Auslasselementes kann dabei in einem Bereich von 0,1 mm bis 1,0 mm, insbesondere bei ca. 0,2 mm bis 0,3 mm, liegen.

[0011] Ebenfalls ist es denkbar, dass das Auslasselement einen Gasaustrittsbereich aufweisen kann, welcher mit mindestens einer Öffnung ausgebildet ist, die beispielhaft in Form eines Schlitzes oder einer Bohrung ausgeführt werden kann. Ein Schlitz oder eine Bohrung können dabei am oberen Ende des Auslasselementes, insbesondere am Rohstück, vorgesehen sein, welches der Flüssigkeit zugewandt ist. Ein seitlich ausgeführter Schlitz oder eine seitliche Bohrung können dazu dienen, die Austrittsrichtung der Gasbläschen zu bestimmen. Erfindungsgemäß kann die Austrittsrichtung der Gasbläschen horizontal, d. h. parallel zur Lochblende und senkrecht zur Aufstiegsrichtung der Bläschen ausgewählt werden. Die Bläschen können dabei seitlich austreten und sich in eine horizontale Richtung parallel zur Lochblende bewegen, bevor sie nach oben aufgetrieben werden. Dabei vergeht eine bestimmte Zeit, bevor die Bläschen in vertikaler Richtung aufgetrieben werden. Vorteilhafterweise wird dadurch erreicht, dass die ausgetretenen Bläschen nicht mit den zuvor ausgetretenen Bläschen koaleszieren können.

[0012] Ferner kann eine Umwälzpumpe vorgesehen sein, um eine vorgesehene Konzentration des Gases oder Gasgemisches zu unterstützen. Nach dem Auslassen von Bläschen können diese durch die zusätzliche Wirkung der Umwälzpumpe in der Flüssigkeit verteilt werden.

[0013] Die erfindungsgemäße Druckkammer ist vorteilhafterweise selbstentleerend. Wenn die Vorrich-

tung nicht in Betrieb ist, kann die Druckkammer durch die Auslasselemente mit Flüssigkeit gefüllt werden. Durch Schaffen eines leichten Überdrucks in der Druckkammer kann die eingetretene Flüssigkeit zum Teil durch die Auslasselemente und zum Teil durch die Entwässerungsleitung aus der Druckkammer befördert werden.

[0014] Zum Einstellen eines gewünschten Druckes des Gases oder Gasgemisches in der Druckkammer kann ein Kompressor vorgesehen sein, um einen gewünschten Druck des Gases oder Gasgemisches in der Druckkammer zu erreichen.

[0015] Ebenfalls ist es von Vorteil, dass die Vorrichtung durch die Entwässerungsleitung rückspülbar ist. Hierbei kann die Flüssigkeit bei einem entsprechenden Überdruck durch die Auslasselemente ausgespült werden und die in den Auslasselementen festgesetzten Schmutzpartikel mitreißen. Zum Zuführen des Gases oder des Gasgemisches durch die Zuführleitung kann jeweils ein Kompressor sowie zum Rückspülen durch die Entwässerungsleitung kann jeweils eine Pumpe vorgesehen sein.

[0016] Erfindungsgemäß können die Lochblende und die Belüfterwanne bzw. das Bodenblech durch Verschrauben miteinander verbunden werden. Zudem kann zwischen der Lochblende und der Belüfterwanne bzw. dem Bodenblech eine Dichtung vorgesehen sein, um die Druckkammer abzudichten.

[0017] Nach der vorliegenden Erfindung entfällt die Notwendigkeit, ein Gas oder ein Gasgemisch mit hohem Energieaufwand durch einen Membran-Belüfter oder einen Keramik-Belüfter zu fördern und dabei vor allem die Schlitze in den Membranen zu öffnen bzw. zu schließen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann somit energiesparend benutzt werden. Die Vorrichtung kann am Einsatzort, in der Flüssigkeit und ohne Herausnehmen, ein- und ausgeschaltet werden. Sie kann unproblematisch entlüftet werden und gereinigt werden. Bei Verwendung eines Materials wie Edelstahl für die Lochblende und Auslasselemente können Reagenzien wie Essigsäure oder Heißdampf zur Reinigung benutzt werden.

[0018] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann vorteilhafterweise an unterschiedlichen Orten sowie in verschiedenen Gewässern installiert werden. Sie erfordert dabei keinen komplizierten Aufbau. Dies kann sie besonders geeignet für nachfolgend genannte mögliche Anwendungsbereiche der Erfindung und viele weitere Anwendungsbereiche machen.

[0019] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in mit Flüssigkeiten, insbesondere mit Wasser, gefüllte Reaktoren, in natürliche oder in künstliche Gewässer eingesetzt werden.

[0020] Außerdem kann die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Aufbauen einer Konzentration von Gasen oder Gasgemischen in mit Flüssigkeiten, insbesondere mit Wasser, gefüllten Reaktoren, in natürlichen oder in künstlichen Gewässern oder zum Erhöhen der bereits vorhandenen Konzentration von Gasen oder Gasgemischen genutzt werden.

[0021] Ferner kann die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Reduzieren der Dichte der Flüssigkeit, insbesondere des Wassers, in einer Steigleitung durch den Dichteunterschied des Gas-Flüssigkeits-Gemisches in der Steigleitung und der Flüssigkeit mit einer höheren Dichte außerhalb der Leitung verwendet werden, sodass die Flüssigkeit in der Steigleitung gefördert wird.

[0022] Weiterhin kann die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Austauschen der Flüssigkeit oberhalb des Auslasselementes mit der Flüssigkeit im Umfeld des Auslasselementes, insbesondere durch einen Dichteunterschied zwischen einer mit Gas oder Gasgemisch durchsetzten Flüssigkeitssäule und einer gasfreien oder mit gelösten Gasen oder Gasgemischen durchsetzten Flüssigkeitssäule, in Gebrauch genommen werden.

[0023] Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bilden einer Blasensäule, die als Barriere zur Ausbreitung von Schall einsetzbar ist, zum Einsatz kommen.

[0024] Nach einem besonderen Vorteil kann die erfindungsgemäße Vorrichtung zum biologischen Abbau von Schmutzstoffen effizient und dauerhaft Anwendung finden.

[0025] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird weiterhin durch ein Verfahren zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in eine Flüssigkeit gelöst. Das erfindungsgemäße Verfahren kann durch einen der folgenden Schritte oder durch mehrere der folgenden Schritte in beliebiger Reihenfolge gekennzeichnet sein. Nach dem die erfindungsgemäße Vorrichtung in einen vorgesehenen Reaktor oder in ein vorgesehenes Gewässer eingebracht wird, muss die Druckkammer der Vorrichtung zunächst geleert werden. Hierzu kann das vorliegende Verfahren ein Entleeren einer Druckkammer durch Schaffen eines Überdrucks in der Druckkammer bezüglich des Druckes in Flüssigkeit außerhalb der Druckkammer vorsehen. Dabei kann eine Entwässerungsleitung zum Abführen der Flüssigkeit aus der Druckkammer geöffnet werden und nach dem Entwässerungsvorgang wieder geschlossen werden. Zum Zuführen des Gases oder des Gasgemisches in die Druckkammer kann eine Zuführleitung geöffnet werden. Ein geeigneter Druck in der Druckkammer kann beispielhaft mittels eines Kompressors oder einer bestimmten Pumpe geschaffen werden. Der kennzeichnen-

de Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens kann durch Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in die Flüssigkeit durch eine Vielzahl von Auslasselementen für das Gas oder das Gasgemisch definiert werden. Dabei können die Auslasselemente an einer Lochblende der Druckkammer, beabstandet zur Belüfterwanne bzw. zum Bodenblech, derart angeordnet werden, dass die Druckkammer im Wesentlichen frei von Auslasselementen ausgeformt sein kann. Nach dem Beenden des Betriebes kann die Zuführleitung geschlossen werden. Das beschriebene Verfahren kann mit Hilfe der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgeführt werden.

[0026] Erfindungsgemäß können die Merkmale der Beschreibung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens sowohl einzeln für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein. Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

[0027] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0028] Fig. 2a eine seitliche Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0029] Fig. 2b eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Vorrichtung,

[0030] Fig. 3a eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem Entleerungsmodus,

[0031] Fig. 3b eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Dichtung,

[0032] Fig. 4a eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Auslasselementes,

[0033] Fig. 4b eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Auslasselementes,

[0034] Fig. 4c eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Auslasselementes,

[0035] Fig. 5a eine vierte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Auslasselementes,

[0036] Fig. 5b eine fünfte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Auslasselementes und

[0037] Fig. 5c eine Draufsicht auf das erfindungsgemäße Auslasselement.

[0038] Die Fig. 1, Fig. 2a und Fig. 2b zeigen eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in eine Flüssigkeit. Die Vorrichtung umfasst dabei eine Druckkammer **10**, die eine Lochblende **11** und eine Belüfterwanne **12** bzw. ein Bodenblech aufweist. Die Lochblende **11** bildet eine Oberseite und die Belüfterwanne **12** bzw. ein Bodenblech eine Unterseite der Druckkammer **10**. In der Fig. 1 ist außerdem eine Zuführleitung **30** zum Zuführen des Gases oder des Gasgemisches in die Druckkammer **10** und eine Entwässerungsleitung **20** zum Abführen der Flüssigkeit aus der Druckkammer **10** schematisch dargestellt. Erfindungsgemäß sind eine Vielzahl von Auslasselementen **40** für das Gas oder das Gasgemisch vorgesehen, die an der Lochblende **11**, beabstandet zur Belüfterwanne **12** bzw. zum Bodenblech, angeordnet sind. Vorteilhafterweise bleibt die Druckkammer **10** dabei im Wesentlichen frei von Auslasselementen **40**, siehe hierzu insbesondere die Fig. 2a. Dies ermöglicht einen ungestörten Fluss des Gases oder des Gasgemisches in der Druckkammer **10**. Wie in den Fig. 1 und Fig. 3a bis Fig. 4c deutlich zu erkennen ist, sind die Auslasselemente **40** in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Kanülen **40** ausgebildet. Die Kanülen **40** weisen dabei ein Rohrstück **41** und einen Fuß **42** auf. Das Rohrstück **41** erstreckt sich nach außen aus der Druckkammer **10** und ragt in die Flüssigkeit hinein. Der Fuß **42** befindet sich größtenteils in der Druckkammer **10** und verbreitert sich dabei zu einem Ende, das nach innen in die Druckkammer **10** gerichtet ist. Das Rohrstück **41** und der Fuß **42** können dabei aus zwei verschiedenen Materialien, insbesondere aus Edelstahl und elastischem Material oder materialeinheitlich ausgeführt sein. Das Rohrstück **41** und der Fuß **42** bilden dabei ein zweiteiliges Bauteil, welches entweder monolithisch oder zusammensetzbar ausgeführt ist. Alternativ ist es denkbar, dass Auslasselement **40** materialeinheitlich, insbesondere aus Edelstahl, ausgebildet ist. Das Auslasselement **40** kann dabei das Rohrstück **41** und den Fuß **42** oder nur das Rohrstück **41** aus Edelstahl aufweisen. Wie in Fig. 1 zu sehen ist, kann sich eine mit Gas oder einem Gasgemisch durchsetzte Flüssigkeitssäule **50** oberhalb des Auslasselementes **40** bilden. Die Flüssigkeit oberhalb des Auslasselementes **40** kann erfindungsgemäß mit der Flüssigkeit im Umfeld **51** des Auslasselementes **40** durch einen Dichteunterschied zwischen der mit Gas oder einem Gasgemisch durchsetzten Flüssigkeitssäule **50** und der gasfreien oder mit gelösten Gasen oder Gasgemischen durchsetzten Flüssigkeitssäule **51** durchmischt werden.

[0039] Wie in den Fig. 2a und Fig. 2b gezeigt ist, weist die Lochblende **11** eine Vielzahl von Öffnungen **14** auf, die mit der Vielzahl der Auslasselemente **40** korrespondiert. Die Auslasselemente **40** sind dabei formschlüssig in den Öffnungen **14** angeordnet. Erfindungsgemäß kann das Auslasselement **40** durch elastische Verformung des Fußes **42** eine korrespon-

dierende Öffnung **14** der Lochblende **11** abdichtend abschließen. Alternativ kann eine Verfüllmasse zur Stabilisierung der Auslasselemente **40**, wie in **Fig. 3b** gezeigt, zwischen der Lochblende **11** und den Auslasselementen **40** vorgesehen sein. Die Auslasselemente **40** können vorteilhafterweise an der Lochblende **11** durch Eindrücken und/oder Einpressen und/oder Einschlagen in einer korrespondierenden Öffnung **14** der Lochblende **11** befestigt werden. Wie in den **Fig. 2a** und **Fig. 2b** gezeigt, können die Belüfterwanne **12** bzw. ein Bodenblech und die Lochblende **11** durch Schrauben, Nieten oder dergleichen an den Stellen mit einer elastischen Dichtung **13** verbunden werden. Zwischen der Belüfterwanne **12** bzw. dem Bodenblech und der Lochblende **11** kann ebenfalls eine Dichtung vorgesehen sein, um eine luftdichte Druckkammer **10** zu schaffen.

[0040] Die **Fig. 3a** und **Fig. 3b** zeigen die erfindungsgemäße Vorrichtung in einem selbstentleerenden Arbeitsmodus. Dabei kann in der Druckkammer **10** ein leichter Überdruck geschaffen werden, um die in die Druckkammer **10** eingedrungene Flüssigkeit auszupumpen. Der Überdruck kann beispielsweise durch einen Kompressor geschaffen werden oder durch Pumpen eines Gases durch die Zuführleitung **30**, welches die entgangene Flüssigkeit aus der Druckkammer **10** verdrängen und über die Entwässerungsleitung **20** abführen kann. Dabei ist es denkbar, dass die Entwässerungsleitung **20** mit einer Flüssigkeit zu Reinigungszwecken durchgespült werden kann, um festgesetzte Partikel aus den Auslasselementen **40** auszuspülen.

[0041] Die **Fig. 4a** bis **Fig. 4c** zeigen drei mögliche Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Auslasselementes **40**, welches einen Gasaustrittsbereich **43** aufweist. Der Gasaustrittsbereich **43** ist gemäß der Ausführungsform der **Fig. 4a** durch eine konvexe, gemäß **Fig. 4b** durch eine konkave und gemäß **Fig. 4c** durch eine glatte Geometrie **44** oder durch die Kombination von konvexer, konkaver und glatter Geometrie in allen möglichen Kombinationen ausgebildet. Die Geometrie **44** kann dabei die Form und die Größe der austretenden Gasbläschen bestimmen. Geeignete Geometrie **44** kann außerdem die Abstoßkraft beeinflussen, mit welcher die Bläschen den Gasaustrittsbereich **43** verlassen. Zum Teil kann die Geometrie **44** die Bewegungsbahn und Geschwindigkeit der austretenden Gasbläschen sowie ihre Aufenthaltszeit in der Flüssigkeit bestimmen. Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass das Auslasselement **40** gemäß der Ausführungsform der **Fig. 4c** einen Gasaustrittsbereich **43** mit einer Geometrie **44** aufweist, die eine Neigung von 0° bis 89° , insbesondere 60° Grad zu einer horizontalen Ebene aufweisen, die parallel zur Oberseite der Druckkammer **10** verläuft. Die Neigung der Geometrie **44** kann die Austrittsrichtung der Bläschen beeinflussen. Vorteilhafterweise können die Gasbläschen in eine durch die

Neigung **44** definierte Richtung austreten und sich zunächst von den Bläschen entfernen, welche zuvor aus dem Gasaustrittsbereich **43** ausgetreten sind. Erst wenn sie sich eine Zeit lang in eine definierte Richtung bewegt haben, können die Bläschen durch die Auftriebskraft nach oben gelenkt werden. Erfindungsgemäß kann die Koaleszenz vermieden werden, wenn die Bläschen nicht koaleszieren und keine größeren Glasblasen wachsen, die schneller als gewünscht in der Flüssigkeit aufsteigen.

[0042] Gemäß den Ausführungsformen der **Fig. 5a** und **Fig. 5b** weist das Auslasselement **40** einen Gasaustrittsbereich **43** auf, welcher in Form einer Bohrung **45** gemäß **Fig. 5b** oder in Form eines Schlitzes **45** gemäß **Fig. 5a** ausgeführt ist, die am oberen Ende des Auslasselementes **40** am Rohstück **41** nahe des Gasaustrittsbereiches **43** vorgesehen sind. Der seitliche Schlitz **45** oder die seitliche Bohrung **45** können dazu dienen, die Austrittsrichtung der Gasbläschen analog den Ausführungsformen der **Fig. 4a** bis **Fig. 4c** zu bestimmen. Die Gasbläschen können aus dem Schlitz **45** oder aus der Bohrung **45** horizontal austreten und sich zunächst senkrecht zur Aufstiegsrichtung der vorher ausgetretenen Bläschen verbreiten. Der Zeitpunkt, an dem die Bläschen nach oben aufsteigen können, kann somit verschoben werden, um Koaleszenz der Bläschen zu vermeiden. **Fig. 5c** zeigt eine Draufsicht auf das erfindungsgemäße Auslasselement **40**, welches in Form einer Kanüle ausgebildet werden kann und welches von oben gesehen einen runden Querschnitt aufweist. Das Auslasselement **40** ist erfindungsgemäß mit einem Durchmesser von $0,4\text{ mm}$ ausgebildet, um eine geeignete Größe der Bläschen zu erreichen, wobei der Innendurchmesser des Auslasselementes **40** in einem Bereich von $0,1\text{ mm}$ bis $1,0\text{ mm}$ liegen kann. Weiterhin ist es denkbar, dass das Auslasselement **40** mit einem Außendurchmesser zwischen $0,2\text{ mm}$ und $2,0\text{ mm}$ ausgeführt werden kann.

[0043] Vorteilhafterweise kann die in den **Fig. 1** bis **Fig. 5c** dargestellte Vorrichtung einfach und kostengünstig an unterschiedlichen Orten und in verschiedenen Gewässern installiert werden. Sie kann zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches, zum Aufbau einer Konzentration eines Gases oder eines Gasgemisches in mit Flüssigkeiten, insbesondere mit Wasser, gefüllten Reaktoren, in natürlichen oder in künstlichen Gewässern eingesetzt werden. Ferner kann die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer mit Wasser gefüllten Steigleitung installiert werden, um die Dichte des Wassers in der Leitung zu reduzieren und das Wasser in der Leitung zu befördern. Zudem kann die Vorrichtung zum Durchmischen von Flüssigkeiten angewendet werden, d. h. zum Austauschen der Flüssigkeit oberhalb des Auslasselementes **40** mit der Flüssigkeit im Umfeld **51** des Auslasselementes **40**, insbesondere durch einen Dichteunterschied zwischen einer mit Gas oder Gas-

gemisch durchsetzten Flüssigkeitssäule **50** und einer gasfreien oder mit gelösten Gasen oder Gasgemischen durchsetzten Flüssigkeitssäule **51**. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann eine Blasensäule **50** bilden, die als Barriere zur Ausbreitung von Schall eingesetzt werden kann. Schlussendlich aber nicht abschließend die Liste der Einsatzmöglichkeiten der erfindungsgemäßen Vorrichtung, kann sie zum biologischen Abbau von Schmutzstoffen verwendet werden, beispielsweise in Anlagen zur biologischen Abwasserbehandlung, zur Erhöhung der O₂ Konzentration, in Stauseen oder natürlichen und künstlichen Gewässern, zur mechanischen Reinigung von im Wasser eingebrachten Gegenständen jeder Art und insbesondere von verfahrenstechnischen Anlagen in Membrananlagen durch Aufstieg der Blasen sowie im Becken zum Züchten von Garnelen und weiterer Meeresfrüchte oder Fische sowie in der Lebensmittelindustrie zur Reinigung von Rohstoffen.

[0044] Es sollte einem Fachmann naheliegen, dass sich die Erfindung in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht. Beispielhaft können neben den Ausführungsformen des Auslasselementes **40** der **Fig. 4a** bis **Fig. 5b** weitere Formen und Geometrien **44** des Gasaustrittsbereiches **43** eingesetzt werden. Insbesondere in der Ausführungsform der **Fig. 4c** ist es denkbar, die Neigung des Gasaustrittsbereiches **43** zu variieren, um eine bestimmte Austrittsrichtung, Austrittsgeschwindigkeit und somit die Aufenthaltsdauer der Gasbläschen in der Flüssigkeit zu erreichen. Dies gilt insbesondere für kompaktere Bauformen von Belüftern mit geschlossenem Bodenblech und innenliegender Verschraubung oder in den liegenden Nieten gemäß **Fig. 2a** und **Fig. 2b**. Dies gilt insbesondere auch für alle geometrischen Formen gemäß Ziffer **Fig. 5c** wie einem Quadrat, Rechteck gleichzeitigen und gleichschenkligen Dreiecken, Romben, Rauten, Vielecken, Ellipsen und sonstigen geometrischen und nicht geometrischen Formen.

[0045] Die Vorrichtung kann in jedem Winkel zum Boden eines Beckens oder Reaktors oder jeder sonstigen Aufstandsfläche im Winkel zwischen 0° und 90° aufgestellt und für jede beschriebene bzw. aufgeführten und darüber hinausgehende Einsätze und Zwecke betrieben werden. Sämtliche aus den Vorrichtungs- und Verfahrensansprüchen, der Beschreibung oder den Zeichnungen hervorgehenden Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiven Einzelheiten, räumliche Anordnungen und Verfahrensschritte, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen, insbesondere basierend auf **Fig. 1** bis **Fig. 5c**, erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

10	Druckkammer
11	Lochblende
12	Belüfterwanne bzw. Bodenblech
13	elastische Dichtung
14	Öffnungen
15	Verfüllmasse zur Stabilisierung der Kanülen
20	Entwässerungsleitung
30	Zuführleitung
40	Auslasselement, Kanüle
41	Rohrstück
42	Fuß
43	Gasaustrittsbereich
44	Geometrie
45	Öffnung/Bohrung/Schlitz
50	Blasensäule
51	Umfeld des Auslasselementes 40

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in eine Flüssigkeit, mit einer Druckkammer (**10**), einer Lochblende (**11**), die eine Oberseite der Druckkammer (**10**) bildet, einer Belüfterwanne (**12**), die eine Unterseite der Druckkammer (**10**) bildet, einer Zuführleitung (**30**) zum Zuführen des Gases oder des Gasgemisches in die Druckkammer (**10**), einer Entwässerungsleitung (**20**) zum Abführen der Flüssigkeit aus der Druckkammer (**10**), und einer Vielzahl von Auslasselementen (**40**) für das Gas oder Gasgemisch, die an der Lochblende (**11**), beabstandet zur Belüfterwanne (**12**), derart angeordnet sind, dass die Druckkammer (**10**) im Wesentlichen frei von Auslasselementen (**40**) ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasselement (**40**) als eine Kanüle (**40**) ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasselement (**40**) ein Rohrstück (**41**) und einen Fuß (**42**) aufweist, der sich zu einem Ende verbreitert, welches nach innen in die Druckkammer (**10**) gerichtet ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasselement (**40**) zweiteilig ausgebildet ist, insbesondere dass das Rohrstück (**41**) aus Edelstahl und der Fuß (**42**) aus einem elastischen Material ausgebildet sind.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasselement (**40**) materialeinheitlich, insbesondere aus Edelstahl, ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lochblende (11) eine Vielzahl von Öffnungen (14) aufweist, die der Vielzahl der Auslasselemente (40) korrespondiert, und dass die Auslasselemente (40) in den Öffnungen (40) formschlüssig angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasselement (40) durch elastische Verformung, insbesondere des Fußes (42), eine korrespondierende Öffnung (14) der Lochblende (11) abdichtend abschließt.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine elastische Dichtung (13) zwischen der Lochblende (11) und der Belüfterwanne (12) vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Verfüllmasse zur Stabilisierung der Kanülen (15) zwischen der Lochblende (11) und den Auslasselementen (40) vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasselement (40) an der Lochblende (11) durch Eindringen und/oder Einpressen in eine korrespondierende Öffnung (14) der Lochblende (11) befestigt ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasselement (40) einen Gasaustrittsbereich (43) aufweist, der durch eine konvexe, eine konkave, eine glatte Geometrie (44) oder durch die Kombination von konvexer, konkaver und glatter Geometrie in allen möglichen Kombinationen ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasselement (40) einen Gasaustrittsbereich (43) mit einer Geometrie (44) aufweist, die eine Neigung von 0° bis 89°, insbesondere 60° Grad zu einer horizontalen Ebene parallel zur Oberseite der Druckkammer (10) aufweist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasselement (40) einen Gasaustrittsbereich (43) aufweist, der mindestens eine Öffnung (45) aufweist, welche insbesondere in Form eines Schlitzes (45) oder einer Bohrung (45) ausgebildet ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasselement (40) einen Außendurchmesser von 0,2 mm bis 2,0 mm, vorzugsweise 0,4 mm aufweist, wobei insbesondere der Innendurchmesser des Aus-

lasselementes (40) 0,1 mm bis 1,0 mm vorzugsweise 0,2 mm bis 0,3 mm beträgt.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkammer (10) selbstentleerend ist.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lochblende (11) und die Belüfterwanne (12) durch Verschrauben miteinander verbunden sind.

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Umwälzpumpe vorgesehen ist, um vorgesehene Konzentration des Gases oder Gasgemisches zu unterstützen.

18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Kompressor vorgesehen ist, um einen gewünschten Druck des Gases oder des Gasgemisches in der Druckkammer (10) zu erreichen.

19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in mit Flüssigkeit, insbesondere mit Wasser, gefüllte Reaktoren, in natürliche oder in künstliche Gewässer.

20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zum Aufbauen einer Konzentration von Gasen oder Gasgemischen in mit Flüssigkeit, insbesondere mit Wasser, gefüllten Reaktoren, in natürlichen oder in künstlichen Gewässern oder zum Erhöhen der bereits vorhandenen Konzentration von Gasen oder Gasgemischen.

21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zum Reduzieren der Dichte der Flüssigkeit, insbesondere des Wassers, in einer Steigleitung, derart, dass durch den Dichteunterschied des Gas-Flüssigkeits-Gemisches in der Steigleitung und der Flüssigkeit mit einer höheren Dichte außerhalb der Steigleitung die Flüssigkeit in der Leitung gefördert wird.

22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zum Austauschen der Flüssigkeit oberhalb des Auslasselementes (40) mit der Flüssigkeit im Umfeld (51) des Auslasselementes (40), insbesondere durch einen Dichteunterschied zwischen einer mit Gas oder Gasgemisch durchsetzten Flüssigkeitssäule (50) und einer gasfreien oder mit gelösten Gasen oder Gasgemischen durchsetzten Flüssigkeitssäule (51).

23. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zum Bilden einer Blasensäule (50), die als Barriere zur Ausbreitung von Schall einsetzbar ist.

24. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zum biologischen Abbau von Schmutzstoffen.

25. Verfahren zum Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in eine Flüssigkeit, umfassend folgende Schritte:

- Entleeren einer Druckkammer (10) durch Schaffen eines Überdrucks in der Druckkammer (10) bezüglich des Druckes in der Flüssigkeit außerhalb der Druckkammer (10),
- Öffnen einer Entwässerungsleitung (20) zum Abführen der Flüssigkeit aus der Druckkammer (10),
- Schließen der Entwässerungsleitung (20),
- Öffnen einer Zuführleitung (30) zum Zuführen des Gases oder des Gasgemisches in die Druckkammer (10),
- Einstellen eines geeigneten Druckes in der Druckkammer (10),
- Einbringen eines Gases oder eines Gasgemisches in die Flüssigkeit durch eine Vielzahl von Auslasselementen (40) für das Gas oder Gasgemisch, die an einer Lochblende (11) der Druckkammer (10) beabstandet zur Belüfterwanne (12) derart angeordnet sind, dass die Druckkammer (10) im Wesentlichen frei von Auslasselementen (40) ist und
- Schließen der Zuführleitung (30).

26. Verfahren zum gesteuerten Eintrag von Gasen oder Gasgemischen in eine Flüssigkeit mittels einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

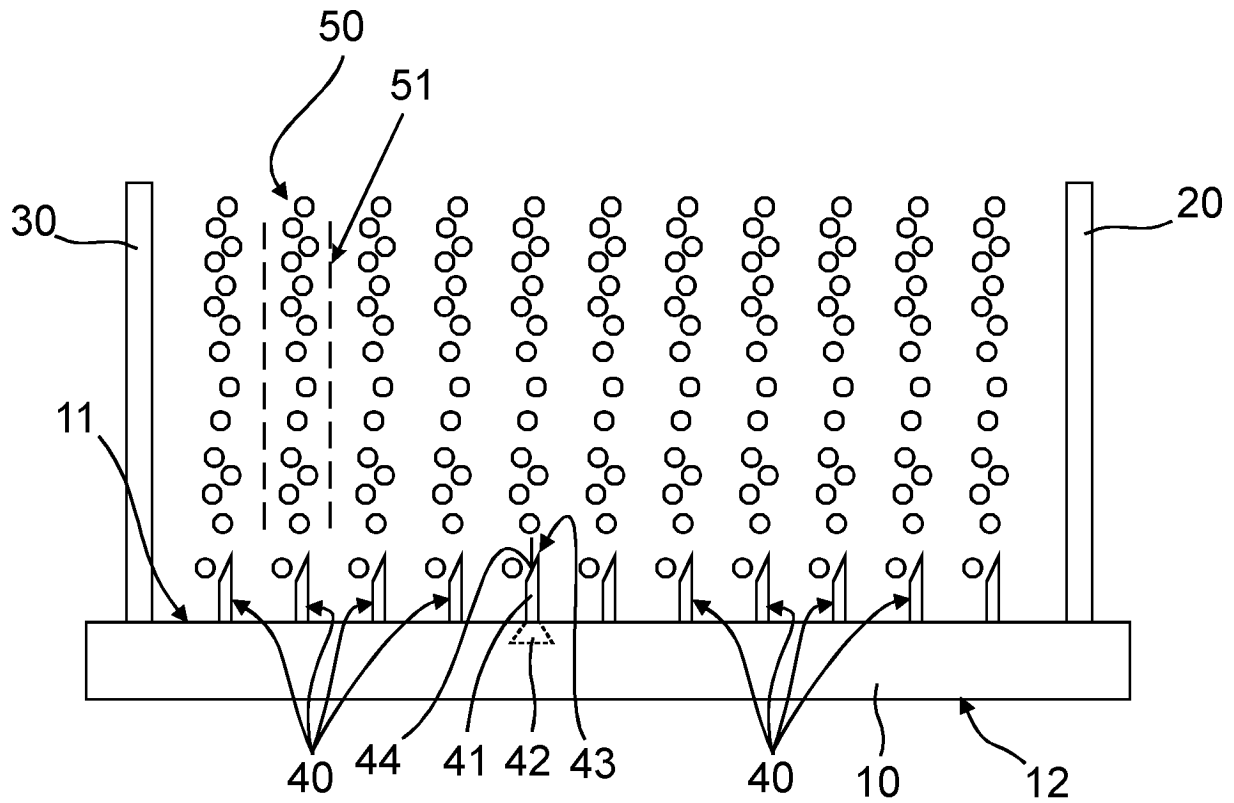


Fig. 1

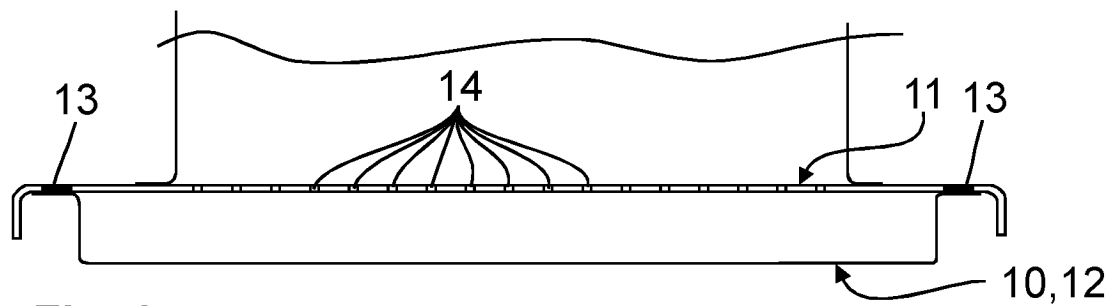


Fig. 2a

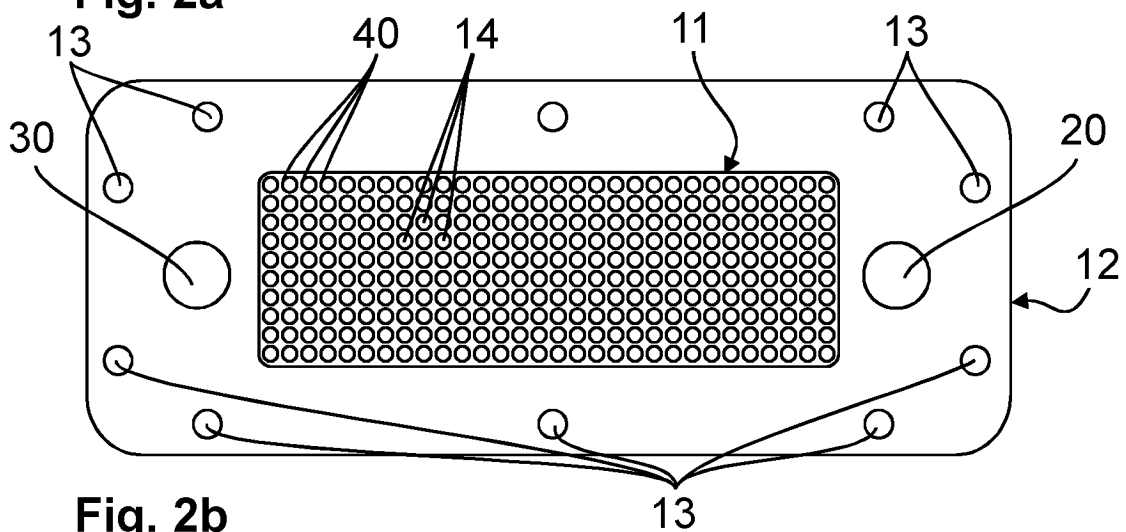


Fig. 2b

