

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50785/2013
(22) Anmeldetag: 29.11.2013
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2014

(51) Int. Cl.: **B01D 33/54** (2006.01)

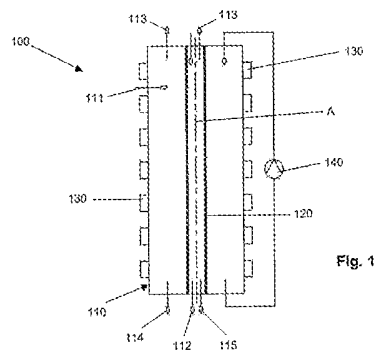
(71) Patentanmelder:
GASSNER KURT ING.
2011 SIERNDORF (AT)

(72) Erfinder:
Gassner Kurt Ing.
2011 Sierndorf (AT)

(74) Vertreter:
BABELUK MICHAEL DIPL.ING. MAG.
WIEN

(54) **Verfahren zur Filtration von Flüssigkeiten**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Filtration von Flüssigkeiten, insbesondere Roh-, Brauch-, Prozess- und Meerwasser sowie Abwasser aus Industrie und/oder Kommunen, wobei die zu reinigende Flüssigkeit über zumindest einen Zulauf (111) unter Druck in ein Filtergehäuse (110) eingeleitet wird und eine in der Flüssigkeit enthaltene Feststofffraktion über zumindest ein in dem Filtergehäuse (110) angeordnetes Filterelement (120, 120a, 120b) unter Druck abgetrennt wird, wobei die Druckfiltration mit Ultraschallunterstützung und gegebenenfalls eine Desinfektion der Flüssigkeit/Permeat und/oder Konzentrat erfolgt.



Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Filtration von Flüssigkeiten, insbesondere Roh-, Brauch-, Prozess- und Meerwasser sowie Abwasser aus Industrie und/oder Kommunen, wobei die zu reinigende Flüssigkeit über zumindest einen Zulauf (111) unter Druck in ein Filtergehäuse (110) eingeleitet wird und eine in der Flüssigkeit enthaltene Feststofffraktion über zumindest ein in dem Filtergehäuse (110) angeordnetes Filterelement (120, 120a, 120b) unter Druck abgetrennt wird, wobei die Druckfiltration mit Ultraschallunterstützung und gegebenenfalls eine Desinfektion der Flüssigkeit/Permeat und/oder Konzentrat erfolgt.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Filtration von Flüssigkeiten, insbesondere Trink-, Brauch-, Prozess- und Salzwasser sowie Abwasser aus Industrie und/oder Kommunen, wobei die zu reinigende Flüssigkeit über zumindest einen Zulauf unter Druck in ein Filtergehäuse eingeleitet wird, eine in der Flüssigkeit enthaltene Feststofffraktion über zumindest ein in dem Filtergehäuse angeordnetes Filterelement unter Druck abgetrennt und gegebenenfalls einer zusätzlichen Desinfektion unterworfen wird, sowie eine Vorrichtung zur Filtration von Flüssigkeiten mit einer Feststofffraktion und ein Filterelement hierzu.

Die derzeit am Markt verfügbaren Schwerkraft- und Druckfiltrationen sind vorwiegend für die Feststofftrennung aus Flüssigkeit konstruiert und sind beispielsweise als Trommel-, Disk-, Bandfilter und/oder als Filterkerzen ausgeführt, wobei diese in verschiedenen Konstruktionen als getauchte und frei stehende Modelle eingesetzt werden. Die Filterreinigung erfolgt hierbei zumeist über Rückspülung mittels Luft und/oder Wasserbeaufschlagung. Die derzeit bekannten Anlagen verfügen üblicherweise über einen mehrstufigen Aufbau, um gewünschte mikrobiologische Effekte bei Trennschärfen von beispielsweise 20,0 µm bis 0,1 µm zu erzielen. Dadurch sind die Kosten für die Anschaffung und den Betrieb dieser mehrstufigen Anlagen besonders hoch.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren sowie eine hierfür geeignete Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die die oben angeführten Nachteile des Stands der Technik beseitigt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs erwähnten Art dadurch gelöst, dass die Druckfiltration mit Ultraschallunterstützung erfolgt. Somit wird die Filtration von Flüssigkeiten durch das Einleiten von Ultraschallwellen unterstützt. Diese Kombination hat insbesondere den Vorteil, dass bei Flüssigkeiten, die eine mikrobielle Belastung aufweisen, wie beispielsweise Meerwasser, ein Verblocken und/oder Fouling der Filterelemente oder Membranen reduziert bzw. zur Gänze verhindert werden kann.

Grundsätzlich wird zwischen reversiblen und irreversiblen Blocking/Fouling unterschieden. Bei reversiblen Filterporen-Blockaden handelt es sich um eine sterische Porenverblockung, wobei die Partikelgröße größer als der Durchmesser

der Porenkanäle ist. Bei den irreversiblen Vorgängen kommt es zu einer inneren Adsorption, wobei sich filtergängiges Material in den Porengängen absetzt, sodass es zu Verengungen und schließlich zur totalen Porenverlegung kommen kann. Diese Teilchen sind zumeist kleiner, oder aber größere Partikel werden unter Druck so verformt, dass sie zwar in die Porenöffnungen passen, aber sich dann in den Porengängen verkeilen und festsetzen (Affinitätseffekt). Diese Substanzen können aus anorganischen (mineralischen) und organischen Stoffen bestehen, die Scaling- und Partikelfouling an der Filteroberfläche verursachen.

Zudem gibt es biofilmbildende Substanzen, die durch stetiges Antransportieren von Nährstoffen aus dem Rohwasser zum Wachstum von Mikroorganismen an der Filteroberfläche beitragen- sogenanntes Biofouling. Dies führt zur Bildung einer gelartigen Biofilmschicht, die wiederum den Wasserzufluss an die aktive Filterfläche beeinträchtigt. Das Problem des Biofouling an Filteroberflächen ist beispielsweise in "Flemming, H.C; Biofouling bei Membranprozessen, Springer Verlag, Berlin 1995" erläutert.

Je nach Einsatzgebiet des erfindungsgemäßen Verfahrens kann daher ein mikrobiologischer Effekt durch Deaktivieren der Mikroorganismen und/oder eine Desinfektion des zugeführten Rohwassers, Konzentrates und/oder des Permeats gewünscht sein. Daher ist in einer weiteren Ausführung der Erfindung eine zusätzliche Desinfektion mittels Ultraschall vorgesehen, wobei diese innerhalb des Filtergehäuses oder außerhalb des Filtergehäuses in einem vom Filtergehäuse getrennten Desinfektionsreaktor erfolgen kann.

Diese Desinfektion hat den Vorteil, zum Beispiel gegenüber einer UV-Bestrahlung, dass bei Trübungszunahme (NTU-Wert) der zu filtrierenden Flüssigkeit eine Deaktivierung von Mikroorganismen, Bakterien, Parasiten und Viren durch die Ultraschall-Beschallung auch weiterhin erfolgt. Dies begründet sich auf den positiven Effekt, dass durch das gesteuerte Einbringen von Ultraschallwellen im Rohwasser ein Kavitationseffekt entsteht. Hierbei enthalten die entstehenden Hohlräume (Blasen) in der Flüssigkeit hauptsächlich Flüssigkeits- bzw. Wasserdampf. Solche Hohlräume fallen, wenn sie keine Energie mehr aufnehmen, unter Einwirkung des äußeren Druckes in sich zusammen (sogenannte Blasenimplosion), wobei Temperaturen von 2.000-20.000 °C sowie Druckspitzen von mehreren 1.000 bar im unmittelbaren Implosionsbereich entstehen, wodurch

dadurch ein mikrobiologischer Effekt an der Zellenmembran herbeigeführt wird, der zum Aufbrechen der Zellwände und damit einer Zerstörung des Mikroorganismus führt. Da das erfindungsgemäße Verfahren unter anderem auch als Vorreinigung in Meerwasserentsalzungsanlagen (sogenannten RO-Plants) vorgesehen ist, unterbindet dieser erzeugte mikrobiologische Deaktivierungs-Effekt weitgehend die Bildung einer stetig wachsenden gelartigen Biofilmschicht auf der Membranoberfläche von RO-Anlagen oder anderen nachgeschalteten Reinigungssystemen insbesondere in der Ultra-Nano- oder Hyper-Filtration. Das wiederum verlängert den Einsatz der Filtermembranen in Hinblick auf die hydraulischen Durchsatzleistungen und reduziert den chemischen Reinigungsaufwand, sowie den Anstieg des Transmembrandruckes beträchtlich.

Es wird daraufhin gewiesen, dass im Rahmen dieser Offenbarung die Begriffe "zu reinigende Flüssigkeit" und "Rohwasser" synonym gebraucht werden.

Durch die Einbringung von Ultraschall in die zu reinigende Flüssigkeit wird diese bzw. die abzufiltrierende Feststofffraktion einer gezielten Kavitation ausgesetzt, sodass ein Absetzen insbesondere von Partikeln mit Verblockungspotential auf der aktiven Filterfläche signifikant reduziert wird oder aber bereits vorhandene Ablagerungen gelöst werden. Das erfindungsgemäße Filtrierverfahren wird hierbei als Mitteldruckfiltration mit einem maximalen Druck von 6 bar betrieben.

Der Vorteil der vorliegenden Ausführung der Erfindung liegt somit darin, dass durch die kombinierte Anwendung von geeigneter Ultraschall-Beschallung mit einer Mitteldruckfiltration eine Desinfektion des Permeats und des Konzentrats (Retentats) aufgrund des oben beschriebenen mikrobiologischen Effekts erzielt wird. Die Voraussetzung für diese Kombination von Filtrations- und Desinfektionseffekt ist eine weitgehende feststoffpartikelfreie Flüssigkeit, die mit diesem Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem vorzugsweise einstufigen ultraschallunterstütztem System erreicht wird.

Bevorzugterweise ist vorgesehen, dass der Ultraschalleistungseintrag regelbar ist. Damit kann der Eintrag der Ultraschallwellen an die zu filtrierende Flüssigkeit, insbesondere an die Art und die Eigenschaften der darin enthaltenen Feststofffraktion angepasst werden. So können während der Filtration insbesondere

der Schallfluss [m^3/s], die Schallintensität [W/cm^2], die Schallkennimpedanz (Z_F ; [$\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^3$]) sowie die Energiedichte [W/l] geregelt werden.

Als Maß für die Regelung des Ultraschalleintrags können insbesondere die transmembrane Druckdifferenz der Filterelemente (TMP; [mbar]) und oder die hydraulische Durchflussmengenmessung des Permeats (P; [l/s]) herangezogen werden, die bevorzugterweise kontinuierlich oder diskontinuierlich und besonders bevorzugt automatisiert überwacht werden. Die Definierung der Filterfläche hinsichtlich der hydraulischen Kapazität erfolgt über LMH-Angabe [$\text{l}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$]. Die zu erzielende Permeabilität errechnet sich nach [$\text{l}/(\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{bar})$], die sich in der Praxis (bei der Rohwasser-Filtrierung) in Abhängigkeit der Porengröße der Filterelemente und des Verblockungspotenzials der zu filtrierenden Flüssigkeit sowie des gewählten Betriebspunktes einstellt.

Die Verringerung von Verblockungen des Filters und der damit einhergehenden Reduktion der Filterleistung kann weiter dadurch unterstützt werden, dass gemäß einem weiteren Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens die Zuleitung der zu reinigenden Flüssigkeit zu dem zumindest einen Filterelement über eine Zyklonströmung erfolgt. Durch die während der Druckfiltration durch Pumpeinrichtungen und/oder Strömungseinrichtungen künstlich erzeugte Zyklonsströmung mit ihren gesteuerten Zentrifugalkräften innerhalb des Filtergehäuses reduziert ebenfalls die Ablagerung von Partikeln auf der Filteroberfläche.

Eine weitere Verblockungsverringerung erfolgt in einer weiteren Ausführung der Erfindung durch die zusätzliche Einbringung von Gas, insbesondere Luft, in das Filtergehäuse zur Bildung von Nanoblasen. Diese Nanoblasen haben ebenfalls einen Reinigungseffekt in Hinblick auf das zumindest eine Filterelement, weil sie die Entstehung von oszillierenden Kavitations-Blasenfeldern ("weiche Kavitation") bei Anwendung von Ultraschall unterstützen, und dadurch eine zusätzliche Filterreinigung an dem Filterelement stattfindet.

Wie bereits oben angeführt erfolgt vorzugsweise während der Filtration eine Überwachung des Anstiegs des Betriebsdruckes und/oder der hydraulischen Durchsatzleistung. Ein Anstieg des Betriebsdruckes bzw. eine Verringerung der hydraulischen Durchsatzleistung ist ein Hinweis auf eine zunehmende Verblockung

des zumindest einen Filterelementes. Hierbei ist in einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung vorgesehen, dass bei Überschreitung eines vorgebbaren Schwellwertes für den Anstieg des Betriebsdruckes und/oder der hydraulischen Durchsatzleistung zumindest ein Reinigungsschritt die Filtration unterbricht, wobei als Reinigungsmittel Wasser, Luft und/oder Ultraschall zur Reinigung des zumindest einen Filterelementes eingesetzt wird. Besonders bevorzugt ist hierbei, dass die Reinigung des Filterelementes innerhalb des Filtergehäuses erfolgt, sodass das Filterelement nicht herausgenommen werden muss. Der Reinigungsschritt kann hierbei - gegebenenfalls mit Unterdruck oder Überdruck - sowohl im Forward-Flush-Modus als auch im Back-Wash-Flush-Modus betrieben werden.

Ziel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, eine Aufkonzentrierung der Partikel in der Drainagen-Flüssigkeit im Retentat zu erhalten, ohne dass sich ein zu stabiler und starker Filterkuchen an dem Filterelement bildet, was einen aufwändigen Reinigungsschritt erfordern würde. Bei Erzielen eines vorgebbaren Wertes für die Konzentration der Feststofffraktion, der beispielsweise mittels in-situ Trübungsmessung oder Überwachung des Transmembrandrucks, und/oder der hydraulische Durchsatzleistung überwacht wird, erfolgt der Start eines automatischen Reinigungszyklus.

Das erfindungsgemäße Filtrationsverfahren kann kontinuierlich, semikontinuierlich oder diskontinuierlich betrieben werden, wobei bevorzugterweise die Filtration sowie gegebenenfalls anschließende Reinigungszyklen vollautomatisch erfolgen.

Die oben bezeichnete Aufgabe wird des Weiteren durch eine Vorrichtung zur Filtration von Flüssigkeiten mit einer Feststofffraktion, insbesondere Roh-, Brauch-, Prozess- und Salzwasser sowie Abwasser aus Industrie und/oder Kommunen, mit einem Filtergehäuse, in dem zumindest ein Filterelement angeordnet ist, wobei zumindest eine Druckerzeugungseinrichtung (z.B. Gefälleleitung, Pumpeinrichtung) vorgesehen ist, die die Flüssigkeit unter Druck über zumindest einen Zulauf dem zumindest einen Filterelement zuführt, und das Filtergehäuse über zumindest einen Ablauf für das Permeat und Konzentrat verfügt, wobei erfindungsgemäß zumindest ein Ultraschallwandler an oder innerhalb des Filtergehäuses vorgesehen ist. Diese Vorrichtung ist insbesondere zur Durchführung des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet.

In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung ist das Filtergehäuse rohrartig mit einem Kopfteil, einem Gehäusemantel und einem Bodenteil ausgebildet, wobei das Filtergehäuse einen runden, elliptischen, quadratischen, rechteckigen oder vieleckigen Querschnitt aufweist.

Erfindungsgemäß ist hierbei vorgesehen, dass der zumindest eine Ultraschallwandler an der Außenseite und/oder der Innenseite des Filtergehäuses, vorzugsweise an dem Gehäusemantel angeordnet ist. Hierbei wird das Filtergehäuse, besonders bevorzugt der Gehäusemantel als Schwingungstransmitter für die Ultraschallwandler genutzt, sodass sich die Schallwellen durch die zu reinigende Flüssigkeit und/oder durch das Permeat ausbreiten und durch transiente Kavitation eine gezielte Vollreinigung des Filterelementes erreichen und gegebenenfalls eine Desinfektion der Flüssigkeiten und/oder Feststoffe verursachen.

In einer alternativen Ausführung der Erfindung ist der zumindest eine Ultraschallwandler in einem Tauchkörper angeordnet, der innerhalb des Filtergehäuses anordenbar ist. Hier fungiert der Tauchkörper als Ultraschallgeber, der in die zu reinigende Flüssigkeit innerhalb des Filtergehäuses eingetaucht wird.

Um Beschattungsschatten zu vermeiden, ist in einer bevorzugten Ausführung der Erfindung der zumindest eine Ultraschallwandler und/oder der Tauchkörper schwenkbar und/oder drehbar in oder an dem Filtergehäuse angeordnet.

Zusätzlich oder alternativ hierzu ist in einer weiteren Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung das zumindest eine Filterelement innerhalb des Filtergehäuses schwenkbar und/oder drehbar angeordnet.

In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung ist das zumindest eine Filterelement rohrartig ausgebildet. Dieses Filterelement kann hierbei in zwei Betriebsmodi eingesetzt werden, entweder in/out, wobei die zu reinigende Flüssigkeit in den Innenraum des rohrförmigen Filterelements unter Druck eingebracht wird, und das Permeat an der Außenseite des Filterelementes austritt, oder ab Out/In, bei der die Filtrationsrichtung von außen in den Innenraum des Filterelementes erfolgt.

Um besonders gute Trennschärfen von 20,0 µm bis 0,1 µm zu erzielen, wird erfindungsgemäß ein Kombinationsfilter eingesetzt, wobei das erste angeströmte Filterelement zumindest ein Grobfilter und das zweite Filterelement zumindest ein Feinfilter ist. Der Kombinationsfilter kann jedoch auch aus mehr als zwei Filterelementen bestehen (z.B. aus Grob-, Mittel- und Feinfiltern). Diese beiden Filterelemente sind hierbei in der erfindungsgemäßen Vorrichtung innerhalb des Filtergehäuses angeordnet und können sowohl im OUT/IN- oder IN/OUT-Modus betrieben werden.

Besonders bevorzugt ist hierbei vorgesehen, dass das erste Filterelement und das zweite Filterelement rohrförmig ausgebildet und vorzugsweise im Wesentlichen koaxial zueinander angeordnet sind, wobei der jeweilige Querschnitt der beiden Filterelemente rund, elliptisch, quadratisch, rechteckig oder vieleckig ist.

Um die gewünschte Vollreinigung mit der geforderten Trennschärfe zu erzielen, ist das zumindest eine Filterelement ein Textilfilter, ein Kunststofffilter, ein pulvergesinterter Metallfilter oder ein Metallgewebefilter oder Kombinationen hiervon.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens weist die Vorrichtung einen Zulauf für die zu reinigende Flüssigkeit auf, wobei der zumindest eine Zulauf im Kopfteil des Filtergehäuses angeordnet ist, und der zumindest eine Ablauf für das Permeat im Bodenteil des Filtergehäuses innerhalb des zumindest einen rohrartigen Filterelementes angeordnet ist. Diese Anordnung kommt bei der Out/In- Filtration zum Einsatz. Vorzugsweise ist im Bodenteil des Filtergehäuses zusätzlich zumindest ein weiterer Ablauf für das Konzentrat (Drainage) vorgesehen.

Besonders bevorzugt mündet der zumindest eine Ablauf für das Permeat in ein Sammelbecken im Bereich des Bodenteils des Filtergehäuses, wobei das Sammelbecken einen Auslass für das Permeat aufweist. Zusätzlich ist gegebenenfalls zumindest ein weiterer Ablauf für das aufkonzentrierte Retentat vorgesehen.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung ist in dem Filtergehäuse zumindest ein radial und/oder diagonal und/oder parallel zu zumindest einem Wandabschnitt des Gehäusemantels angeordnetes Trennelement vorgesehen, das den Innenraum des

Filtergehäuses in zumindest zwei Sektionen unterteilt, wobei jeder Sektion zumindest ein Filterelement und bevorzugterweise jeweils ein Zulauf oder ein Ablauf zugeordnet ist. Jede Sektion bildet somit eine Filtrationseinheit, die bevorzugterweise unabhängig von den benachbarten Sektionen betrieben wird.

Schließlich betrifft die Erfindung auch ein Filterelement zur Reinigung von verunreinigten Flüssigkeiten, insbesondere von Roh-, Brauch-, Prozess- und Meerwasser, sowie Abwasser bestehend aus einer ersten Filtereinheit mit einer ersten Filtercharakteristik sowie zumindest einer zweiten Filtereinheit mit einer zweiten Filtercharakteristik, wobei die erste und die zumindest eine zweite Filtereinheit rohrartig ausgebildet sind, und koaxial zueinander angeordnet sind.

Diese Filtereinheiten können hierbei beabstandet voneinander oder aber in flächigem Kontakt zueinander angeordnet sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die zugehörige Vorrichtung haben sich als besonders geeignet für die Verwendung zur Reinigung von Rohwasser sowie zur (Vor)Reinigung von Meerwasser in Entsalzanlagen sowie Prozess-, Brauch- und Abwasser erwiesen.

Im Folgenden wird anhand von nicht-einschränkenden Ausführungsbeispielen mit zugehörigen Figuren die Erfindung näher erläutert. Darin zeigen

- Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer ersten Ausführung der Erfindung entlang der Längsachse,
- Fig. 2 eine schematische Schnittansicht einer zweiten Ausführung der Erfindung entlang der Längsachse,
- Figs. 3a und 3b eine dritte Ausführung der Erfindung entlang der Längsachse und im Querschnitt, und
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Anlage mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung aus Fig. 2.

In der Fig. 1 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung 100 mit einem rohrförmigen Filtergehäuse 110 dargestellt, das in der vorliegenden Ausführung einen kreisrunden Querschnitt aufweist. Zu der Längsachse A ist ein ebenfalls rohrförmiges Filterelement 120 koaxial angeordnet. An der Außenseite des

Filtergehäuses 110 ist eine Vielzahl von Ultraschallwandler 130 angeordnet, die das Filtergehäuse 110 in Schwingung versetzen.

Die zu reinigende Flüssigkeit wird über einen Zulauf 111 in den Innenraum des Filtergehäuses 110 unter Druck eingebracht, wobei im vorliegenden Fall eine Out/In-Filtration durchgeführt wird. Die zu reinigende Flüssigkeit umströmt hierbei das rohrförmige Filterelement 120, während das Permeat im Inneren des Filterelementes 120 aufgrund der Schwerkraft quer zur Einstromrichtung entlang der Längsachse A auf den Boden des Filtergehäuses fließt und über einen Ablauf 112 kontinuierlich oder diskontinuierlich abgezogen werden kann.

Des Weiteren sind Entlüftungseinrichtungen 113 vorgesehen, die ein Entweichen von Gasen bzw. Luft während der Filtration bzw. der Reinigung aus dem Filtergehäuse 110 erlauben. Am Boden ist zusätzlich eine Entnahme 114 für das Retentat vorgesehen.

Da das im Reinigungsschritt anfallende Reinigungswasser des Filterelementes 120 nicht in dem Filterelement 120 verbleiben kann, ist ein weiterer Abzug 115 zur Drainage vorgesehen.

Bei der vorliegenden Ausführung ist zusätzliche eine Pumpeinrichtung 140 gezeigt, die als Umwälzeinrichtung für das Abwasser/Rohwasser fungiert, die auch wahlweise mit Ultraschallwandlern zur Desinfektion der Flüssigkeit ausgestattet werden kann.

In Fig. 2 ist eine weitere Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 gezeigt, wobei das Filterelement 120 über drei Filtereinheiten 120a, 120b, 120c verfügt, die wiederum rohrförmig ausgebildet sind, und deren Längsachsen koaxial zu der Längsachse A des Filtergehäuses 110 angeordnet sind. Die erste Filtereinheit 120a, der sogenannte Vorfilter ist ein Grobfilter, mit dem die größten Partikel der Feststofffraktion entfernt werden. Dieser Vorfilter 120a ist hierbei benachbart zu dem Filtergehäuse 110 angeordnet, dessen Außenseite, nämlich dessen Gehäusemantel 110a, wiederum mit Ultraschallwandler 130 versehen ist. Damit ist auch der Vorfilter 120a den stärksten Kavitations-Effekten ausgesetzt und seine Reinigungsintensität wird damit signifikant erhöht.

Auch die zweite Filtereinheit 120b ist ebenfalls ein Vorfilter, weist jedoch in Hinblick auf die erste Filtereinheit 120a eine geringere mittlere Porengröße auf.

Die dritte Filtereinheit 120c schließlich ist ein rohrförmiger Feinfilter (Finalfilter), aus dessen Innenraum das Permeat über den Ablauf 112 abgezogen wird.

In den beiden oberen Ausführungsvarianten ist das zumindest eine rohrförmige Filterelement 120 stets coaxial zu der Längsachse A des Filtergehäuses 110 ausgerichtet.

In der in der Fig. 3a und 3b im Längs- bzw. Horizontalschnitt dargestellten Vorrichtung 100 hingegen sind eine Vielzahl von rohrförmigen Filterelementen 120 vorgesehen, deren Längsachsen parallel, jedoch nicht coaxial zur Längsachse A des Filtergehäuses 110 angeordnet sind.

An der Außenseite des Filtergehäuses 110 sind wiederum Ultraschallwandler 130 angeordnet. Zusätzlich ist ein ebenfalls rohrförmiger Tauchkörper 150 vorgesehen, an dessen Innenseite weitere Ultraschallwandler 130 befestigt sind, und der im Bereich der Längsachse A des Filtergehäuses 110 angeordnet ist. Dieser Tauchkörper 150 kann optional dreh- und/oder schwenkbar ausgeführt sein.

Zwischen Tauchkörper 150 und Gehäusemantel 110a des Filtergehäuses 110, die beide einen polygonalen Querschnitt aufweisen, sind eine Vielzahl von rohrförmigen Filterelementen 120 angeordnet; diese können entweder als Finalfilter oder als Kombifilter mit eigener Vorfiltrierung ausgeführt sein (Fig. 3b). Hierbei weisen die Filterelemente 120 einen im Wesentlichen kreisrunden Querschnitt aus und bestehen abhängig von ihrem Einsatzgebiet aus einer Grob-, Mittel- oder Feinfiltereinheit sowie einer Finalfiltereinheit, die coaxial zueinander orientiert sind und einen flächigen Kontakt zueinander aufweisen. Hierbei bildet der Feinfilter ein erstes Rohr, das vom rohrförmigen Grobfilter vollflächig umgeben ist. Diese Filterelemente 120 werden üblicherweise im OUT/IN-Betriebsmodus geführt. Alternativ hierzu kann auch vorgesehen sein, dass Vor- und Finalfilter getrennt ausgeführt sind, hier ist jedoch der geeignete Betriebsmodus IN/OUT für den oder die Vorfilter und OUT/IN für den oder die Feinfilter (Finalfilter).

Diese Filterelemente 120 werden von der zu reinigenden Flüssigkeit, die über einen Kopfteil 110b mit einem Zulauf 111 in das Innere des Filtergehäuses 110 eingebracht wird, zyklonartig umströmt. Das Permeat fließt in ein Sammelbecken 110c im Bodenbereich des Filtergehäuses 110, und kann über den Ablauf 112 abgezogen werden. Das Retentat wird hierbei wiederum über die Entnahme 114 aus dem Filtergehäuse 110 entfernt.

Wird die in der Fig. 3a dargestellte Vorrichtung 100 in der Betriebsweise IN7OUT gefahren, so erfolgt der Zulauf des zu reinigenden Rohwassers über den Zulauf 111a, während die Drainage-Flüssigkeit über den Ablauf 115a wieder abgezogen werden kann.

In der Fig. 4 ist eine Filtrationsanlage 200 mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 dargestellt.

Über eine Pumpeinrichtung 240 wird die zu reinigende Flüssigkeit der Vorrichtung 100 unter Druck zugeführt. Vor Einleitung der Flüssigkeit wird in einer Trübungsmessstelle 210 die Konzentration an Feststoffen bestimmt. Des Weiteren ist wahlweise eine Vordesinfektion mittels Ultraschall in einer ersten Desinfektionseinrichtung 220 vorgesehen.

Eine Füllstandsonde 230 überwacht kontinuierlich den Flüssigkeitsstand im Filtergehäuse 110. Des Weiteren ist ein Drucktransmitter 250 zur Überwachung und Übermittlung des Betriebsdrucks an eine Steuereinheit (nicht dargestellt) im Filtergehäuse 110 vorgesehen. Neben der Entlüftungseinrichtung 113 sind zudem Zuleitungen 260, 270 für Spülwasser und Druckluft zur Filterreinigung vorgesehen. Zudem wird der Druck im Innenraum des Filterelementes 120 mittels eines zweiten Drucktransmitters 250a überwacht. Schließlich ist noch eine Einblasvorrichtung 280 zur Bildung von Nanoblasen vorgesehen.

Die Ultraschallwandler 130 werden über einen Ultraschallgenerator 290 angesteuert, der wiederum mit der Steuereinrichtung in Verbindung steht und über diese angesteuert wird.

Das Permeat wird bei dieser Ausführung der Erfindung über eine weitere optionale externe Desinfektionseinrichtung 220a desinfiziert, nachdem es durch eine

Messstelle 251 zur Mengenbestimmung des Permeats und damit zur Bestimmung der Durchsatzleistung der Anlage 200 hindurchgeflossen ist.

Vorzugsweise kann auch eine simultane Desinfektion der Flüssigkeit während des Filtrierbetriebes durch Ultraschall-Beschallung erfolgen und/oder zusätzlich eine separate vor- und/oder nachgeschaltete Desinfektionseinrichtung vorgesehen sein.

Schließlich ist noch ein Kollektor 300 für das Retentat und die Drainage, die bei der Reinigung der Filterelemente 120, 120a, 120b anfällt, vorgesehen, wobei eine Vakuumpumpe 310 den Abtransport dieser Fraktionen unterstützt.

Es versteht sich, dass diese Ausführungsbeispiele in nicht einschränkender Weise zu betrachte sind. Insbesondere kann die Anzahl der Filterelemente, deren Form und Anordnung variieren. Ebenso kann die Anlage über weitere Mess- und Steuerungseinrichtungen, Reinigungseinrichtungen und anderen Elementen, wie sie in Filtrationsanlagen üblich sind, verfügen.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur Filtration von Flüssigkeiten, insbesondere Roh-, Brauch-, Prozess- und Meerwasser sowie Abwasser aus Industrie und/oder Kommunen, wobei die zu reinigende Flüssigkeit über zumindest einen Zulauf (111) unter Druck in ein Filtergehäuse (110) eingeleitet wird und eine in der Flüssigkeit enthaltene Feststofffraktion über zumindest ein in dem Filtergehäuse (110) angeordnetes Filterelement (120, 120a, 120b) unter Druck abgetrennt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckfiltration mit Ultraschallunterstützung erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich eine Desinfektion der zugeleiteten Flüssigkeit und/oder des an der dem Zulauf (111) zugewandten Seite des zumindest einen Filterelements (120, 120a, 120b) sich bildenden Konzentrates und/oder des an der dem Zulauf (111) abgewandten Seite des zumindest einen Filterelements (120, 120a, 120b) sich bildenden Permeats mittels Ultraschall erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Desinfektion außerhalb des Filtergehäuses (110) in einem vom Filtergehäuse (110) getrennten Desinfektionsreaktor (220) erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Desinfektion innerhalb des Filtergehäuses (110) erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich eine Filterreinigung mittels Ultraschall erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ultraschallleistungseintrag regelbar ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuleitung der zu reinigenden Flüssigkeit zu dem zumindest einen Filterelement (120, 120a, 120b) über eine Zyklonströmung erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich Gas, insbesondere Luft, in das Filtergehäuse (110) zur Bildung von Nanoblasen eingebracht wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass während der Filtration eine Überwachung des Anstiegs des Betriebsdruckes und/oder der hydraulischen Durchsatzleistung erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreitung eines vorgebbaren Schwellwertes für den Anstieg des Betriebsdruckes und/oder der hydraulischen Durchsatzleistung zumindest ein Reinigungsschritt die Filtration unterbricht, wobei als Reinigungsmittel Wasser, Luft und/oder Ultraschall zur Reinigung des zumindest einen Filterelementes eingesetzt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtration kontinuierlich, semikontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtration sowie gegebenenfalls anschließende Reinigungszyklen vollautomatisch erfolgen.
13. Vorrichtung (100) zur Filtration von Flüssigkeiten mit einer Feststofffraktion, insbesondere Roh-, Brauch-, Prozess- und Salzwasser sowie Abwasser aus Industrie und/oder Kommunen, mit einem Filtergehäuse (110), in dem zumindest ein Filterelement (120, 120a, 120b) angeordnet ist, wobei zumindest eine Druckerzeugungseinrichtung (240) vorgesehen ist, die die Flüssigkeit unter Druck über zumindest einen Zulauf (111) dem zumindest einen Filterelement (120, 120a, 120b) zuführt, und das Filtergehäuse (110) über zumindest einen Ablauf (112) für das Permeat und Konzentrat verfügt, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Ultraschallwandler (130) an oder innerhalb des Filtergehäuses (110) vorgesehen ist.
14. Vorrichtung (100) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Filtergehäuse (110) rohrartig mit einem Kopfteil (110b), einem

Gehäusemantel (110a) und einem Bodenteil ausgebildet ist, wobei das Filtergehäuse (110) einen runden, elliptischen, quadratischen, rechteckigen oder vieleckigen Querschnitt aufweist.

15. Vorrichtung (100) nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Ultraschallwandler (130) an der Außenseite und/oder der Innenseite des Filtergehäuses (110), vorzugsweise an dem Gehäusemantel (110a) angeordnet ist.
16. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Filterelemente (120, 120a, 120b) in dem Filtergehäuse (110) angeordnet sind, wobei das erste Filterelement (120a) zumindest ein Grob- oder Vorfilter und das zweite Filterelement (120b) zumindest ein Fein- oder Finalfilter ist, und vorzugsweise zumindest ein weiteres Filterelement zwischen ersten und zweiten Filterelement (120a, 120b) angeordnet ist.
17. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Ultraschallwandler (130) in einem Tauchkörper (150) angeordnet ist, der innerhalb des Filtergehäuses (110) anordenbar ist.
18. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Ultraschallwandler (130) und/oder der Tauchkörper (150) schwenkbar und/oder drehbar angeordnet ist.
19. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Filterelement (120, 120a, 120b) innerhalb des Filtergehäuses (110) schwenkbar und/oder drehbar angeordnet ist.
20. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Filterelement (120, 120a, 120b) rohrartig ausgebildet ist.

21. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Zulauf (111) zu reinigenden Flüssigkeit im Kopfteil (110b) des Filtergehäuses (110) angeordnet ist, und der zumindest eine Ablauf (112) für das Permeat im Bodenteil des Filtergehäuses (110) innerhalb des zumindest einen rohrartigen Filterelements (120, 120a, 120b) angeordnet ist.
22. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Ablauf (112) für das Permeat in ein Sammelbecken (110c) im Bereich des Bodenteils des Filtergehäuses (110) mündet, wobei das Sammelbecken einen Auslass für das Permeat aufweist.
23. Vorrichtung (100) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Filterelement (120, 120a, 120b) und das zweite Filterelement (120, 120a, 120b) rohrförmig ausgebildet und vorzugsweise im Wesentlichen koaxial zueinander angeordnet sind, wobei der jeweilige Querschnitt der beiden Filterelemente rund, elliptisch, quadratisch, rechteckig oder vieleckig ist.
24. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Filterelement (120, 120a, 120b) ein Textilfilter, ein Kunststofffilter, ein pulvergesinterter Metallfilter oder ein Metallgewebefilter ist.
25. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Filtergehäuse (110) zumindest ein radial und/oder diagonal und/oder parallel zu zumindest einem Wandabschnitt des Gehäusemantels angeordnetes Trennelement vorgesehen ist, das den Innenraum des Filtergehäuses (110) in zumindest zwei Sektionen unterteilt, wobei jeder Sektion zumindest ein Filterelement (120, 120a, 120b) und bevorzugterweise jeweils ein Zulauf (111) oder ein Ablauf zugeordnet ist.
26. Filterelement (120, 120a, 120b) zur Reinigung von verunreinigten Flüssigkeiten, insbesondere von Roh-, Brauch-, Prozess- und Meerwasser, sowie Abwasser bestehend aus einer ersten Filtereinheit mit einer ersten Filtercharakteristik sowie zumindest einer zweiten Filtereinheit mit einer zweiten Filtercharakteristik, wobei die erste und die zumindest eine zweite

Filterereinheit rohrartig ausgebildet sind, und coaxial zueinander angeordnet sind.

27. Filterelement (120, 120a, 120b) nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Filterereinheit beabstandet von der zumindest einen zweiten Filterereinheit angeordnet ist.
28. Filterelement (120, 120a, 120b) nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Filterereinheit in flächigen Kontakt mit der zumindest eine zweiten Filterereinheit steht.
29. Verwendung einer Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 25 zur Reinigung und/oder Entsalzung von Meerwasser unter Druck.
30. Verwendung einer Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 25 zur Reinigung von Roh-, Brauch-, Prozess-, Meer- und Abwässern unter Druck.

2013 11 29

Ha/St

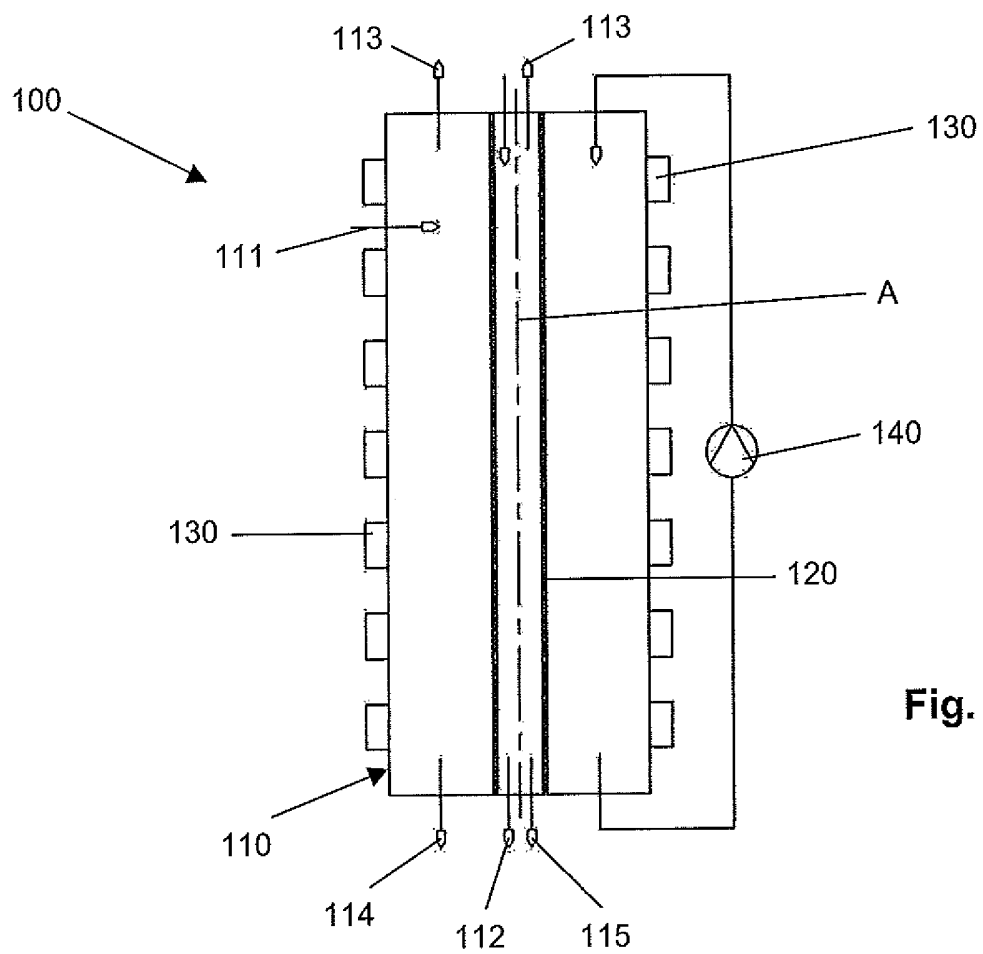


Fig. 1

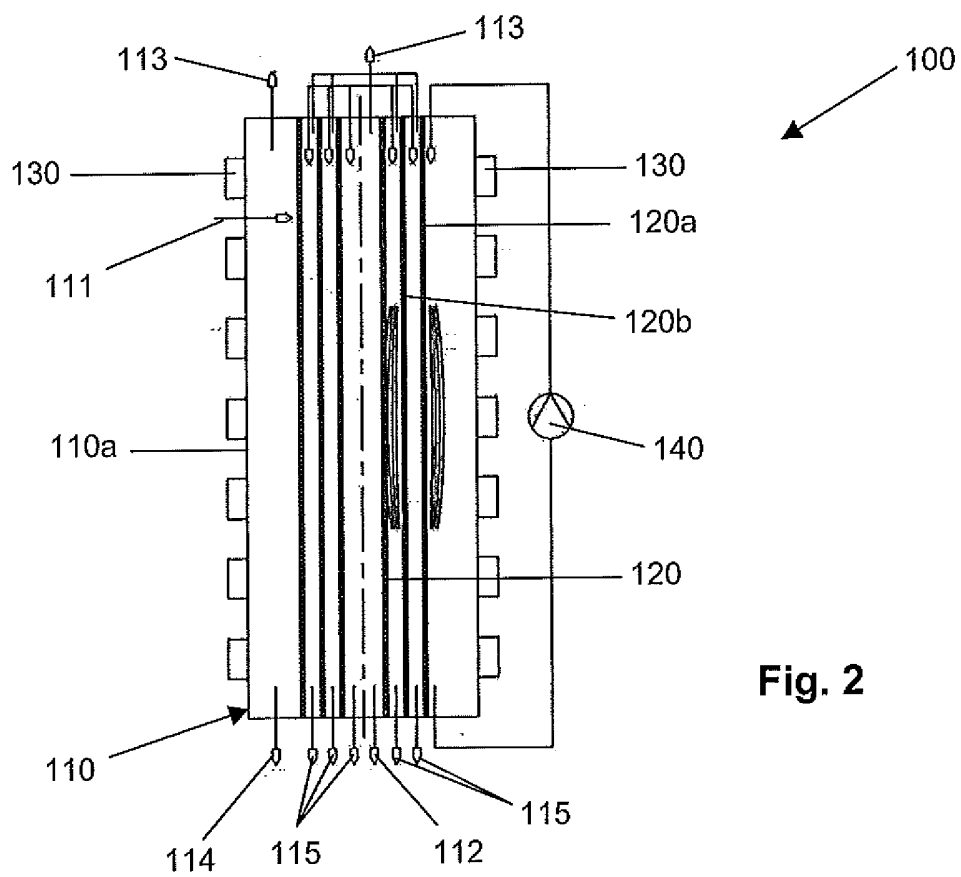


Fig. 2

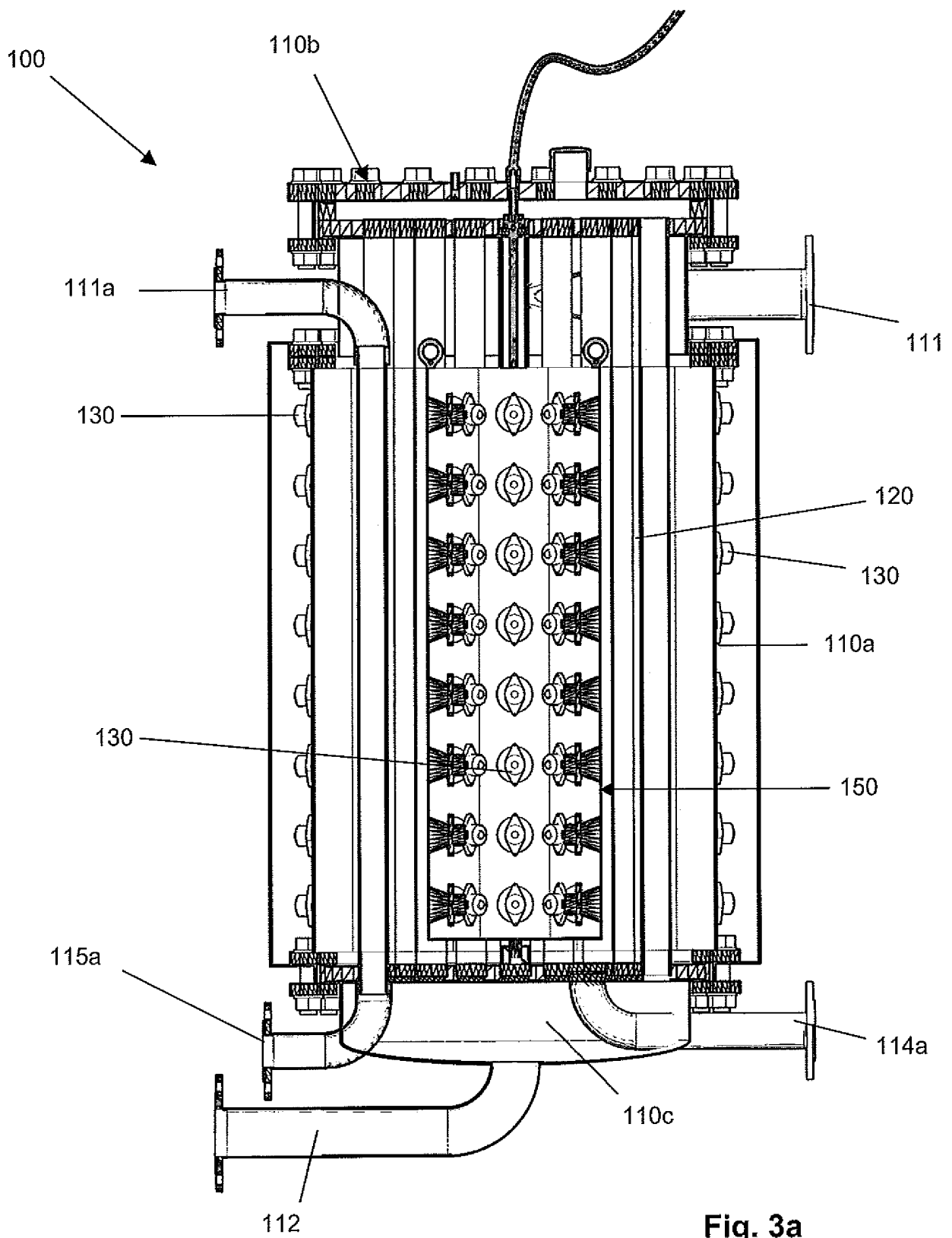


Fig. 3a

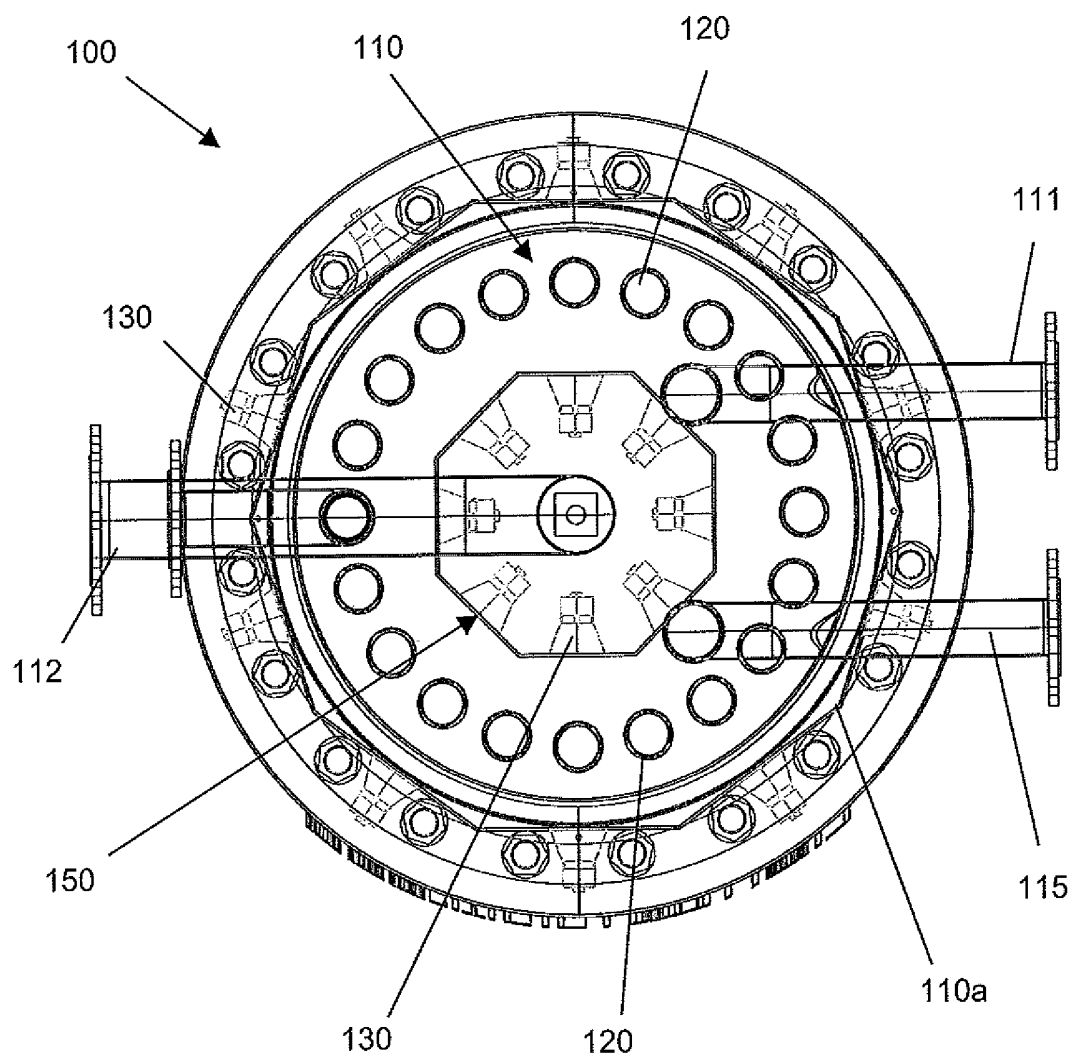


Fig. 3b

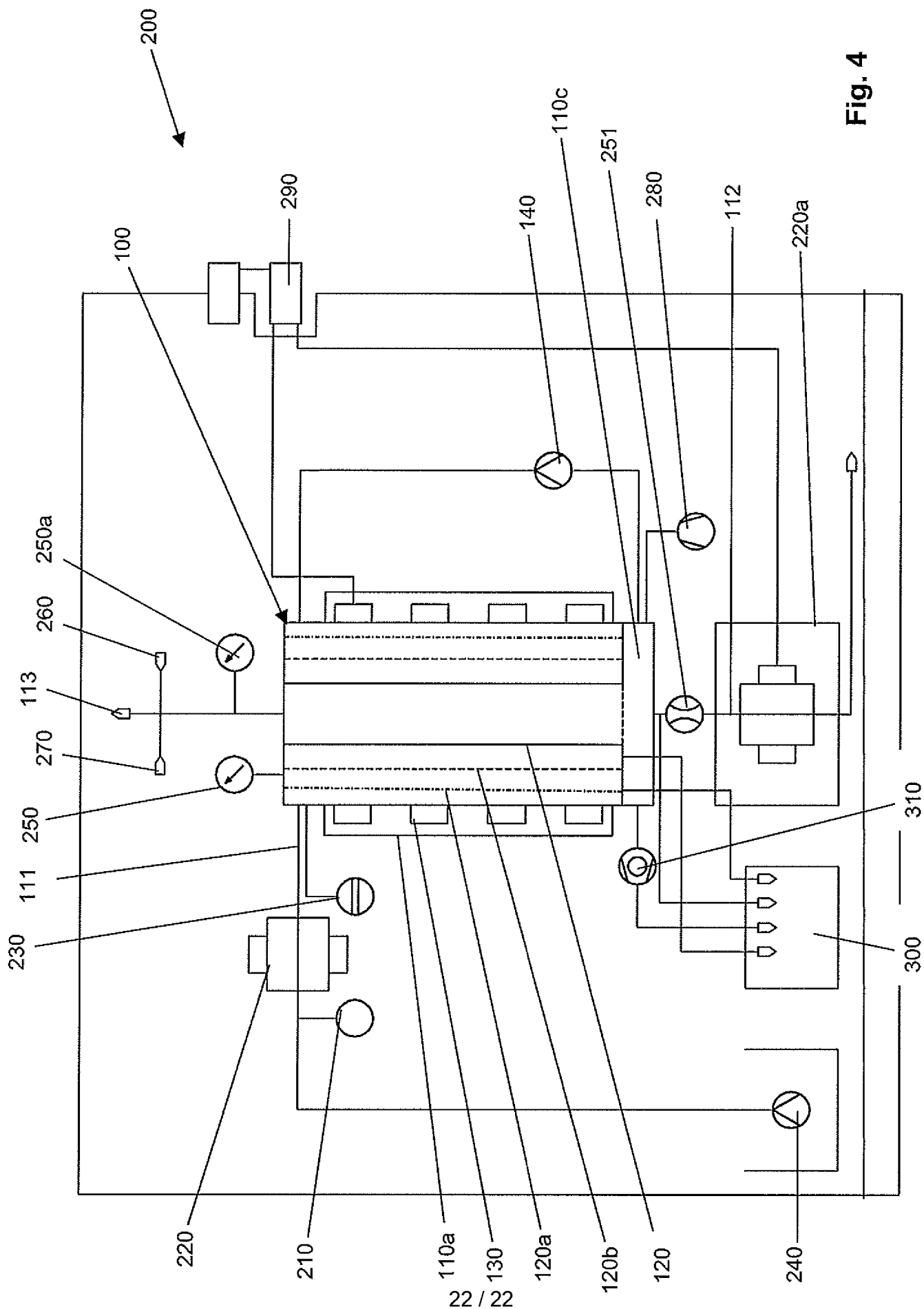


Fig. 4