

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 820**

51 Int. Cl.:

**C02F 9/00** (2006.01)  
**C02F 1/24** (2006.01)  
**C02F 1/44** (2006.01)  
**B01D 21/00** (2006.01)  
**B01D 21/01** (2006.01)  
**C02F 1/52** (2006.01)  
**C02F 101/30** (2006.01)  
**C02F 103/08** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2013 PCT/EP2013/058079**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2013 WO13167358**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2013 E 13722305 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2867174**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la depuración de agua por flotación**

30 Prioridad:

**09.05.2012 DE 102012207731**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.02.2017**

73 Titular/es:

**AKVOLA TECHNOLOGIES GMBH (100.0%)**  
**C/o TU Berlin, Sekr. KWT-09, Strasse des 17. Juni**  
**135**  
**10623 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**REPKE, JENS-UWE;**  
**WOZNY, GÜNTER y**  
**BEERY, MATAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 599 820 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para la depuración de agua por flotación

5 La presente solicitud se refiere a un dispositivo para la depuración de agua según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un procedimiento para la depuración de agua según la reivindicación 21.

Proporcionar agua dulce para el abastecimiento suficiente de la población mundial en constante crecimiento es uno de los mayores desafíos a los que se enfrentará la comunidad mundial en las próximas décadas.

10 Debido a los recursos limitados para proporcionar agua dulce, se requiere cada vez en mayor medida, desarrollar y facilitar alternativas adecuadas, particularmente a base de agua de mar, para el abastecimiento de agua potable.

15 De esta forma ya de pusieron en funcionamiento en los años 50 y 60 del siglo pasado las primeras instalaciones desalinizadoras de agua de mar a gran escala industrial en Oriente Próximo, en las cuales se separaba la sal térmicamente del agua mediante evaporación y condensación. En un perfeccionamiento de las instalaciones desalinizadoras de agua de mar, surgieron en los años 70 las primeras instalaciones de osmosis inversa para la desalinización de agua de mar, cuyo funcionamiento es, en lo que a consumo de energía se refiere, esencialmente más económico en comparación con un tratamiento de agua meramente térmico.

20 La osmosis inversa o también osmosis revertida, es un procedimiento físico para la concentración de sustancias disueltas en líquidos, en el que mediante presión se invierte el proceso de osmosis natural. En este caso se produce sobre un lado de una membrana semipermeable una presión mayor que la presión osmótica natural. En el caso de la desalinización de agua de mar, el agua de mar se presiona para la superación de la presión osmótica bajo alta presión a través de una membrana semipermeable de poliamida, PTFE o copolímeros sulfonados con un diámetro de poro de  $5 \times 10^{-7}$  a  $5 \times 10^{-6}$ . La membrana semipermeable actúa como un filtro y solo deja pasar moléculas de agua a través de la membrana, mientras que las sales y otras sustancias, como bacterias y virus o también sustancias venenosas, como metales pesados, se retienen, de manera que se obtiene agua potable limpia. La presión osmótica aumenta al aumentar la concentración de la sal, de manera que el proceso en algún momento se detendría. Para hacer frente a ello se evacúa el concentrado. Uno de los mayores problemas en el caso de la osmosis inversa, consiste en que se produce la sedimentación de sustancias retenidas o filtradas sobre la membrana de osmosis inversa, que dan lugar a ensuciamientos en la membrana. Para hacer frente a los ensuciamientos en la membrana no deseados, el agua a depurar debería estar en la medida de lo posible libre de partículas gruesas, sustancias orgánicas y ensuciamientos, antes de alcanzar la instalación de osmosis inversa. En correspondencia, el proceso de la desalinización de agua de mar requiere una depuración previa a fondo del agua de mar a desalinizar.

25 En el pasado se han utilizado diferentes métodos y dispositivos para la depuración previa del agua, particularmente del agua salada. De esta manera, correspondientes instalaciones pueden estar dotadas de filtros previos, que posibiliten una separación de sustancias gruesas hasta un tamaño de partícula de 20  $\mu\text{m}$ . Filtros de carbón activo adicionales posibilitan la separación de sustancias orgánicas, como por ejemplo, productos fitosanitarios u otras sustancias venenosas. Es posible también establecer una radiación UV en un paso de depuración previa, mediante lo cual pueden matarse una pluralidad de gérmenes nocivos para la salud, como virus y bacterias.

30 Un principio para la depuración previa del agua para una osmosis inversa, que se ha establecido en los últimos años y que se utiliza habitualmente, lo representa el procedimiento de flotación por aire disuelto (*Dissolved Air Flotation*, DAF, por sus siglas en inglés). La DAF es una forma especial de la flotación. La flotación es un procedimiento de separación mediante fuerza de gravedad, para la separación de sistemas sólido-líquido o líquido-líquido. En este caso se producen burbujas de gas, por ejemplo, de aire, y se introducen en la fase líquida, depositándose partículas hidrófobas que se encuentran en la fase líquida, como por ejemplo, sustancias orgánicas, en estas burbujas también hidrófobas y ascendiendo a la superficie debido a la flotabilidad aumentada producida por las burbujas. En la superficie de la fase líquida, estos aglomerados se acumulan dando lugar a una capa de lodo que puede separarse fácilmente de forma mecánica.

35 En el procedimiento de DAF, se introduce un gas que se presenta en forma disuelta en un líquido con presión aumentada, en el líquido a depurar. Debido a la caída de la presión en el líquido a depurar, el gas sale en forma de muy pequeñas burbujas, las cuales presentan un diámetro en el rango de los micrómetros. Los gases en ascenso presentan por lo tanto una superficie específica muy alta, en la que pueden depositarse las partículas hidrófobas del agua a depurar. Debido a ello se adecua la flotación, particularmente la DAF, para la separación de sustancias en suspensión con una densidad muy baja, como por ejemplo, microalgas, o para la separación de sustancias hidrófobas orgánicas.

40 Un dispositivo de DAF comprende en detalle, una unidad de floculación para flocular sustancias en suspensión y sustancias orgánicas y una llamada celda de floculación. El agua ensuciada a depurar, provista de un agente floculante adecuado, sale de la unidad de floculación y entra en la zona de contacto de la celda de floculación, en la cual se inyecta agua sobresaturada de gas y entra en contacto directamente con el agua a depurar que ha entrado en la zona de contacto. Debido a la presión reducida que predomina en la celda de flotación, las burbujas de gas

salen de la solución inyectada y se forman burbujas muy pequeñas con diámetros de 10 a 100 µm. Este banco de burbujas de llama "white water". Estas burbujas muy pequeñas se depositan en las partículas floculadas y ascienden hacia arriba en forma de aglomerado o mezcla de floculos-burbujas de gas, a la zona de separación de la celda de flotación. Debido al ascenso del aglomerado de floculos-burbujas, se forma en la superficie del agua de la celda de flotación una capa de sustancias sólidas (el llamado producto flotante), la cual se separa mecánicamente mediante instalaciones de barrido adecuadas, por ejemplo, con rasquetas, y se recoge. Por debajo de esta capa de sustancias sólidas o capa de producto flotante, se encuentra el agua depurada, la cual se devuelve al menos parcialmente tras sobresaturación con un correspondiente gas, a la zona de contacto de la celda de flotación. La otra parte del agua depurada se evacua para su posterior uso.

El procedimiento de DAF posibilita una separación muy buena de microalgas y otros organismos mínimos de agua sucia altamente cargada, requiere no obstante, un alto consumo energético debido a la introducción de aire mediante una columna de saturación en el flujo parcial devuelto. Mediante la DAF tampoco es posible tratar agua muy turbia y con una alta carga de lodo.

También se conoce el uso de membranas de gas en relación con la depuración de agua. De esta forma, el documento WO 2008/013349 A1 describe membranas cerámicas para la producción de microburbujas. El tamaño de poro de la membrana descrita en este documento se encuentra en un rango de 0,001 µm a 0,05 µm. El documento CA 2 527 525 A1 describe un procedimiento para la depuración de agua de río o de canal (y con ello para la depuración de agua dulce), introduciéndose en un primer paso primeramente H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y llevándose a cabo a continuación en un segundo paso, un paso de flotación. En el marco del paso de flotación se introducen también burbujas de aire para la flotación.

Un objetivo de la presente invención consistió por lo tanto en proporcionar un dispositivo y un procedimiento, con los cuales pueden reducirse o superarse las desventajas de los procedimientos de flotación conocidos, particularmente del procedimiento de DAF con su consumo de energía muy alto.

Este objetivo se logra con un dispositivo con las características de la reivindicación 1, así como con un procedimiento según la reivindicación 14. La invención se define mediante las características secundarias.

Un dispositivo para la depuración de agua, particularmente de agua salada o de agua de mar, comprende correspondientemente, al menos un depósito para el alojamiento de agua mezclada con al menos un agente floculante, para la separación de componentes orgánicos y eventualmente biológicos contenidos en el agua, como por ejemplo, microalgas, al menos una unidad de gasificación dispuesta en el depósito, y además, al menos una unidad de filtración. El al menos un depósito puede denominarse también como celda de flotación o piscina de depuración.

El depósito (celda de flotación) comprende según la invención al menos una zona de contacto para el contacto del agua mezclada con el agente floculante, como por ejemplo, el flujo de líquido de la unidad de floculación en el depósito, con al menos un gas, particularmente aire, para la configuración de un aglomerado de floculos-gas-burbujas, así como al menos una zona de separación para la separación de los componentes orgánicos floculados hechos ascender debido al gas.

Según la presente invención, la al menos una unidad de gasificación a partir de una o varias membranas de gasificación cerámicas con un tamaño de poro medio de 2 µm, está dispuesta en la zona de contacto del depósito, y la al menos una unidad de filtración en la zona de separación del depósito.

El presente dispositivo está caracterizado por que la unidad de gasificación está unida directamente con una conducción de gas de presión o con una botella de gas, de manera que el al menos un gas para la configuración del aglomerado de floculos-burbujas de gas se inyecta a través de la al menos una unidad de gasificación dispuesta en la zona de contacto del depósito, sin el uso de un portador de líquido, directamente en este depósito. Como se describirá más adelante en detalle, se introduce el gas de esta forma directamente en el depósito, sin una disolución previa o introducción a presión en un líquido.

La al menos una unidad de filtración está dispuesta preferiblemente desplazada a lo largo de un plano horizontal del depósito con respecto a la unidad de gasificación. "Desplazada" en el sentido de la presente invención, significa en este caso, que la unidad de filtración está dispuesta lateralmente o espacialmente u horizontalmente desplazada frente a la unidad de gasificación; la unidad de filtración y la unidad de gasificación no están dispuestas por lo tanto verticalmente una sobre la otra y no se solapan, sino que están dispuestas preferiblemente a lo largo de un plano horizontal del depósito una junto a la otra o próximas una a la otra. Las burbujas de gas salientes de la unidad de gasificación no se encuentran por lo tanto directamente y sin medios con una unidad de filtración que se encuentra perpendicularmente sobre la unidad de gasificación. La unidad de filtración y la unidad de gasificación están dispuestas en zonas o zonas del depósito espacialmente diferentes.

Al menos un depósito puede haber preconnectada una unidad de floculación para el alojamiento del agua a depurar y de al menos un agente floculante para la floculación de componentes orgánicos contenidos en el agua. La unidad de floculación y el depósito están preferiblemente en comunicación de líquidos entre sí y los componentes orgánicos floculados en la unidad de floculación pueden transportarse mediante un flujo de líquido desde la unidad de floculación al depósito.

La unidad de floculación puede estar configurada o bien como una unidad separada del depósito o estar integrada en el depósito, es decir, estar configurada de una pieza con el depósito. En el caso de una integración de la unidad de floculación en el depósito, la unidad de floculación puede comprender al menos una, preferiblemente dos, sección o zona separada de la celda de flotación en sí. En esta zona separada se introducen el agua a depurar y el agente floculante y eventualmente mediante el uso de un agitador, se mezclan intensivamente. El agua mezclada con el agente floculante puede introducirse entonces por ejemplo, o bien en una segunda zona del depósito separada de la celda de flotación, a la que pueden suministrarse por ejemplo, otros medios auxiliares de floculación, o también directamente en la celda de flotación en la zona de contacto de la celda de flotación, es decir, alimentarse en dirección de la unidad de gasificación.

El presente dispositivo combina de esta forma el procedimiento de la flotación con una filtración de membrana. Mediante la filtración de membrana adicional se produce una mejor depuración del agua que mediante la mera flotación. A la inversa, la filtración de membrana puede llevarse a cabo de forma más efectiva, dado que antes de la filtración ya se eliminan partículas mediante la flotación. Debido a la combinación de flotación y filtración en un único depósito, se mejora la dinámica del proceso, ya que puede usarse un depósito más pequeño en forma de una celda de flotación y se alcanza un rendimiento mayor. Tampoco es necesario ya un flujo de reciclaje, es decir, ninguna reconducción como en el caso de DAF, como será explicado más abajo. Esto condiciona por su parte, que la demanda de energía en bombas se reduce y también es menor en total el requerimiento de espacio. Mediante el presente procedimiento resulta solo muy poca agua residual, dado que la capa de sustancia sólida puede separarse directamente con un contenido de agua muy reducido. Todos estos factores tienen un efecto positivo sobre la economía y la compatibilidad con el medio ambiente del presente procedimiento. Con el presente procedimiento son posibles tanto la integración del proceso, como también la intensificación del proceso, que conducen a un requerimiento de espacio menor y a costes de inversión y de funcionamiento, menores y mejoran adicionalmente el resultado de la depuración.

El depósito usado en el presente dispositivo, por ejemplo, en forma de una celda de flotación, está configurado preferiblemente en forma de un depósito o piscina, abierto por un lado superior opuesto a la superficie de la base, con la longitud  $a$ , la anchura  $b$  y una altura  $h$ , siendo preferiblemente  $a > b$  y  $a > h$ . La anchura  $b$  y la altura  $h$  pueden ser iguales o diferentes. El depósito comprende de esta forma preferiblemente dos paredes laterales alargadas y dos paredes laterales cortas. Según esto, se adecua particularmente un depósito como celda de flotación o como piscina de depuración, el cual presenta una configuración rectangular. El depósito presenta según esto, seis superficies o paredes rectangulares, describiéndose las superficies conformadas a partir de  $a \times b$ , como superficie de base o el lado o superficie abierta opuesta a la superficie de base, las superficies conformadas a partir de  $a \times h$ , como paredes laterales alargadas y las superficies conformadas a partir de  $b \times h$ , como paredes laterales cortas del depósito. El plano horizontal del depósito mencionado más arriba, se extiende en este caso preferiblemente en paralelo con respecto a la longitud  $a$  del depósito.

Como se ha explicado, la zona de contacto es la zona en la cual entra en contacto la corriente de líquido de la unidad de floculación con el gas introducido y tiene lugar una configuración de un aglomerado de flóculos-burbujas de gas. La zona de la zona de contacto se determina preferiblemente mediante la disposición o el posicionamiento de la unidad de gasificación en la base del depósito o de la piscina. De esta forma, la zona de la zona de contacto puede presentar una longitud que se encuentra en un rango entre 0,15-0,25 veces, preferiblemente 0,2 veces la longitud  $a$  del depósito, y presenta una anchura, que se corresponde con la anchura  $b$  del depósito. La altura de la zona de contacto se determina mediante el nivel del líquido del agua mezclada con el agente floculante en el depósito.

La zona de separación es la zona del depósito en la cual se produce la separación de los componentes orgánicos floculados hechos ascender por el gas, del agua. Esta separación de los aglomerados orgánicos hechos ascender, se produce preferiblemente en la superficie mediante instalaciones mecánicas adecuadas, como por ejemplo, instalaciones de barrido, por ejemplo, en forma de rasquetas. Este tipo de medios son conocidos por el experto.

La zona de separación comprende una zona del depósito mayor frente a la zona de contacto. De esta forma, la zona de separación comprende preferiblemente una zona con una longitud, que se corresponde con 0,75 – 0,85 veces, preferiblemente 0,8 veces, la longitud  $a$  del depósito. La anchura de la zona de separación se corresponde con la anchura  $b$  del depósito. La altura de la zona de separación se determina mediante el nivel del líquido del agua mezclada con el agente floculante en el depósito.

El paso entre la zona contacto y la zona de separación en el depósito es preferiblemente fluyente, es decir, no existe ninguna separación espacial cortante de zona de contacto y zona de separación en el depósito. Puede observarse solo una chapa deflectora descrita más abajo como un tipo de límite espacial o línea de separación entre la zona de

contacto y la zona de separación.

En una forma de realización del presente dispositivo, la al menos una unidad de filtrado está dispuesta en el depósito por debajo de la capa conformada por los componentes orgánicos floculados que se han hecho ascender.

5 Es particularmente ventajoso, cuando la al menos una unidad de filtración está dispuesta en la base del depósito dentro de la zona de separación. Dicho con otras palabras, la unidad de filtración está dispuesta de forma sumergida en la zona de separación del depósito.

10 La unidad de filtración presenta particularmente una forma rectangular adaptada a la celda de flotación. La longitud de la unidad de filtración se corresponde preferiblemente con 0,5 a 0,7 veces, de manera particularmente preferida con 0,6 veces la longitud de la celda de flotación. La anchura de la unidad de filtración se corresponde preferiblemente con 0,6 a 0,9 veces, de manera particularmente preferida con 0,8 veces la anchura b de la celda de flotación. De esta forma, la unidad de filtración no se extiende completamente por la totalidad de la anchura del depósito, sino que presenta más bien una pequeña distancia con respecto a las paredes laterales alargadas del depósito. En la altura, la unidad de filtración está configurada de tal forma, que ésta se corresponde en un rango entre 0,1 a 0,4 veces, preferiblemente 0,2 a 0,3 veces la altura h del depósito. Naturalmente también son concebibles otras dimensiones para la unidad de filtración que se utiliza.

20 En una forma de realización preferida, la al menos una unidad de filtración se presenta en forma de una membrana de filtración cerámica, particularmente en forma de una membrana cerámica de micro o ultrafiltración. Este tipo de membranas de filtración cerámicas presentan una alta resistencia química y una larga vida útil. Las membranas de filtración cerámicas son además, más permeables al agua y menos tendentes a ensuciamientos, dado que son más hidrofílicas que las membranas poliméricas. Debido a su estabilidad mecánica, tampoco se necesita un cribado previo. Ha resultado ser particularmente adecuado un módulo de membrana, el cual presenta un tamaño de poro medio de 20 nm a 500 nm, preferiblemente de 100 nm a 300 nm, de manera particularmente preferida de 200 nm.

El módulo de membrana de filtración usado preferiblemente puede consistir en varias placas, en uno o varios tubos u otras formas geométricas.

30 Ha resultado ser un material cerámico particularmente adecuado  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ , pero pueden utilizarse no obstante también, otros óxidos y no óxidos cerámicos como carburo de silicio u óxido de circonio para el uso en la unidad de filtración.

35 En otra forma de realización preferida, el dispositivo comprende al menos un medio para la ventilación de la unidad de filtración, para ventilar la al menos una unidad de filtración de forma adecuada. Un medio de ventilación adecuado puede presentarse por ejemplo, en forma de tubos flexibles agujereados. El medio de ventilación puede alimentarse con aire para reunir fuerzas de cizallamiento grandes sobre la superficie de la unidad de filtración para evitar o minimizar ensuciamientos en la superficie de la membrana. Otras posibilidades para evitar o para minimizar el ensuciamiento en la unidad de filtrado, es el tratamiento con sustancias químicas adecuadas, como ácido cítrico, para evitar un ensuciamiento inorgánico o con un medio de oxidación adecuado, como por ejemplo, hipoclorito de sodio para la reducción del ensuciamiento biológico.

45 En una forma de realización del presente dispositivo, se introducen a través de una unidad de gasificación que se encuentra en la zona de contacto, burbujas de gas muy pequeñas, particularmente burbujas de aire, en la piscina de depuración. La unidad de gasificación usada puede consistir en una o varias placas o discos, tubos u otras formas geométricas. Ha resultado ser un material particularmente adecuado, la cerámica, particularmente óxido de aluminio  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ . Pueden usarse no obstante también, otros óxidos cerámicos y no óxidos como carburo de silicio u óxido de circonio. Puede denominarse por lo tanto también como membrana.

50 En una forma de realización del presente dispositivo, la al menos una unidad de gasificación usada en él está construida a partir de 1 a 10, preferiblemente de 2 a 6, de forma particularmente preferida de 4 a 6 membranas de gasificación. Las membranas de gasificación cerámicas utilizadas tienen un tamaño de poro medio de 2  $\mu\text{m}$ . El diámetro de burbuja medio de las burbujas de gas introducidas a través de la membrana de gasificación, particularmente burbujas de aire, puede estar entre 10  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ , preferiblemente 20  $\mu\text{m}$  a 80  $\mu\text{m}$ , de manera particularmente preferida en 50  $\mu\text{m}$ . La producción de burbujas en la membrana de gasificación puede estar influida particularmente mediante un flujo de volumen de gas adecuado y presión. Cuanto mayor es la presión, más burbujas y con mayor tamaño resultan en este caso. El flujo volumétrico ajustado tiene en el presente caso una función solo subordinada.

60 En una forma de realización particularmente preferida, las membranas de gasificación están dispuestas en paralelo entre sí a lo largo de la anchura del depósito. La cantidad de las membranas de gasificación se guía correspondientemente por la anchura del depósito y las dimensiones de las membranas de gasificación individuales. De esta forma pueden haber dispuestas por ejemplo, al menos cuatro membranas de gasificación paralelas para la producción de burbujas de gas, particularmente burbujas de aire, en la base del depósito de gasificación, es decir, del depósito para el alojamiento del agua mezclada con el agente floculante. También es posible en general, que las membranas de gasificación estén dispuestas perpendicularmente una sobre la otra. En este caso, la cantidad de las

membranas de gasificación dispuestas unas sobre otras se guía por la altura del depósito y el estado de llenado del depósito.

La disposición de la unidad de gasificación en la base del depósito puede ser en este caso tal, que las burbujas de gas en ascenso no accedan a una zona entre una primera chapa deflectora (véanse para ello también configuraciones de más abajo) y una pared lateral del depósito. La unidad de gasificación está dispuesta preferiblemente a una distancia de una pared lateral, particularmente una pared lateral corta, del depósito de gasificación, correspondiendo esta distancia de la membrana de gasificación de una pared lateral, con la separación o la abertura entre una chapa deflectora y una pared lateral del depósito de gasificación.

Como se ha mencionado más arriba, la introducción de gas se produce en el presente caso mediante una inyección directa de un gas, como por ejemplo aire en forma de burbujas muy pequeñas a través de la membrana de gasificación. La ventaja de una inyección directa de un gas, por ejemplo, a través de la unidad de gasificación descrita, frente a la DAF, consiste particularmente en que se suprimen el flujo de reciclaje y la columna de saturación, dado que el gas, como por ejemplo, el aire, puede recogerse directamente de una conducción de aire a presión o de una botella de gas. Esto es particularmente adecuado en el caso de una depuración previa de agua de mar para la desalinización, dado que la temperatura elevada y el contenido de sal elevado del agua de mar dificultan una saturación de aire en el marco de la DAF, dado que se disuelve menos aire en el flujo de reciclaje. Debido a ello tampoco se requiere una energía de condensación para alcanzar un nivel de presión alto en la totalidad del flujo de reciclaje. También puede acceder una parte de las burbujas de gas inyectadas, mediante turbulencias directamente a la zona de filtración y con ello a la proximidad de la unidad de filtración, antes de que éstas asciendan a la superficie del agua. Debido a ello resultan en la unidad de filtración fuerzas de cizallamiento adicionales, que pueden hacer frente a ensuciamientos. La ventaja esencial del uso de la presente unidad de gasificación cerámica en comparación con la DAF, se encuentra en la producción sencilla y baja en energía de microburbujas.

En una forma de realización preferida del presente dispositivo hay dispuesta además de ello, entre la zona de contacto y la zona de separación del depósito de gasificación, al menos una primera chapa deflectora para conducir los componentes orgánicos floculados hechos ascender debido al gas, desde la zona de contacto a la zona de separación. Esta primera chapa deflectora está dispuesta preferiblemente en paralelo con respecto a las dos paredes laterales cortas opuestas del depósito de gasificación. En este caso la anchura  $b'$  de esta al menos primera chapa deflectora es preferiblemente igual a la anchura  $b$  del depósito de gasificación y con ello igual a la longitud de la pared lateral corta. La altura  $h'$  de la al menos primera chapa deflectora es no obstante, menor que la altura  $h$  del depósito, de manera que se garantiza una comunicación entre la zona de contacto y la zona de separación en el depósito de gasificación.

La al menos primera chapa deflectora está dispuesta en este caso preferiblemente en la base del depósito de forma móvil o fija.

Además de ello, la disposición de la primera chapa deflectora es preferiblemente tal, que entre la primera chapa deflectora y la base del depósito existe un ángulo de entre  $90^\circ$  y  $50^\circ$ , preferiblemente de entre  $80^\circ$  y  $55^\circ$ , de manera particularmente preferida de entre  $75^\circ$  y  $60^\circ$ . La primera chapa deflectora está orientada preferiblemente de tal forma, que en el caso de un ángulo de menos de  $90^\circ$  en dirección hacia la zona de separación, está inclinada de forma que se aleja de la zona de contacto, debido a lo cual, el flujo de líquido mezclado con las burbujas de gas, como por ejemplo, en forma de un líquido con aglomerados de flóculos-burbujas de gas, se conduce de forma dirigida desde la zona de contacto a lo largo de la primera chapa deflectora inclinada, hacia la zona de separación y en este caso preferiblemente de forma directa hacia la superficie del líquido en el depósito de gasificación en la zona de separación. En una forma de realización particularmente preferida, la primera chapa deflectora está dispuesta con un ángulo de  $60^\circ$  en relación con la base del depósito, debido a lo cual se produce una conducción de los agregados de flóculos-burbujas de aire desde la zona de contacto a la zona de separación y en este caso particularmente por encima de la unidad de filtración.

Además de la al menos primera chapa deflectora, puede haber dispuesta en una forma de realización del presente dispositivo, al menos una segunda chapa deflectora en la zona de la zona de contacto en las paredes laterales alargadas opuestas, del depósito. La al menos segunda chapa deflectora está fijada en este caso preferiblemente en los cantos laterales, los cuales limitan el lado abierto hacia arriba del depósito, de las paredes laterales alargadas opuestas, del depósito, mediante medios de fijación adecuados. La segunda chapa deflectora está dispuesta en este caso preferiblemente de tal forma, que entre la base del depósito y la segunda chapa deflectora existe una separación. Dicho con otras palabras, la segunda chapa deflectora no presenta ningún contacto con la base del depósito. La altura  $h''$  de la segunda chapa deflectora es por lo tanto menor que la altura  $h$  del depósito, siendo la anchura  $b''$  de la segunda chapa deflectora preferiblemente igual a la anchura  $b$  del depósito y correspondiendo de esta forma en la anchura con la pared lateral corta del depósito.

En una forma de realización particularmente preferida, la primera chapa deflectora y la segunda chapa deflectora presentan las mismas dimensiones, es decir,  $b' = b''$  y  $h' = h''$ .

En una forma de realización preferida del presente dispositivo, la al menos primera chapa deflectora y la al menos segunda chapa deflectora están dispuestas desplazadas entre sí y opuestas, de manera que puede producirse una corriente en forma de meandro del agua que entra en el depósito mezclada con el agente floculante. Con una disposición opuesta ha de entenderse en este caso, que la primera y la segunda chapa deflectora están fijadas en  
 5 lados opuestos del depósito. Como se ha descrito, la primera chapa deflectora está dispuesta en la base del depósito y presenta una distancia con respecto al lado abierto opuesto del depósito, mientras que la segunda chapa deflectora está fijada preferiblemente en uno de los cantos laterales de las paredes laterales alargadas del depósito, las cuales delimitan el lado abierto hacia arriba del depósito, de tal forma, que entre la base del depósito y la segunda chapa deflectora, existe una separación.

10 La segunda chapa deflectora puede estar dispuesta además de ello, en los cantos laterales que delimitan el lado abierto hacia arriba del depósito, de las paredes alargadas laterales del depósito en un ángulo de entre 90° y 70°, preferiblemente de entre 85° y 75° de manera particularmente preferida en un ángulo de 80° en relación con el lado abierto opuesto a la base del depósito. En este caso, la segunda chapa deflectora está alineada ventajosamente de  
 15 tal forma, que en el caso de un ángulo de menos de 90° está inclinada particularmente en dirección hacia una de las paredes laterales cortas del depósito, de manera que se aleja de la zona de separación. Es concebible también, que la segunda chapa deflectora esté inclinada de forma que se aleja de la primera pared lateral corta del depósito.

20 En una forma de realización preferida del presente dispositivo, la unidad de filtración, la primera chapa deflectora, la segunda chapa deflectora y la unidad de gasificación, están dispuestas a lo largo de la longitud a del depósito, unas tras otras. Si se sigue por ejemplo, la corriente del agua mezclada con el agente floculante, desde la unidad de floculación hacia el depósito, entonces la sucesión o la secuencia de los medios dispuestos en el depósito es la siguiente: segunda chapa deflectora, unidad de gasificación, primera chapa deflectora y unidad de filtración. También es posible, que se produzca un solapamiento parcial de la disposición de la segunda chapa deflectora y de  
 25 la unidad de gasificación, dado que la segunda chapa deflectora puede estar dispuesta al menos parcialmente por encima de la unidad de gasificación. En correspondencia, el flujo del agua mezclada con el agente floculante, choca al entrar en el depósito primeramente de forma directa con la segunda chapa deflectora, a través de la cual se conduce la corriente de forma precisa en dirección de la unidad de gasificación dispuesta en la base del depósito; la corriente del agua mezclada con el agente floculante se mezcla en la unidad de gasificación con al menos un gas,  
 30 preferiblemente aire, y el aglomerado de floculos-burbujas de gas configurado de esta forma se conduce mediante la primera chapa deflectora, la cual está dispuesta preferiblemente inclinada, en dirección de la zona de separación y unidad de filtración. El presente sistema presenta en correspondencia un modo de funcionamiento horizontal.

35 Correspondientemente, el agua mezclada con el agente floculante de la unidad de floculación puede introducirse por el lado superior abierto del depósito en éste, es decir, la mezcla de floculación puede introducirse desde arriba en el depósito. Si se introduce la mezcla de floculación desde arriba en el depósito, se prefiere particularmente, cuando el agua mezclada con el agente floculante se introduce en una zona del depósito, la cual está delimitada por la segunda chapa deflectora y la pared lateral corta más próxima a la segunda chapa deflectora.

40 Como ya se ha mencionado arriba, la segunda chapa deflectora puede presentar un ángulo de inclinación hacia la pared lateral corta más próxima del depósito. El tamaño del ángulo de inclinación de la segunda chapa deflectora puede ajustarse en este caso preferiblemente en dependencia de la cantidad del agua entrante mezclada con un agente floculante. En este caso puede ajustarse el ángulo de inclinación de tal forma, que la segunda chapa deflectora conduzca en dirección hacia la pared lateral del depósito de gasificación, pero no la toque, de manera que  
 45 queda una abertura o superficie de entrada o de paso entre la segunda chapa deflectora y la pared lateral corta más próxima del depósito.

50 La superficie de paso para el agua mezclada con el agente floculante (mezcla de floculación), que fluye desde el depósito de floculación al depósito, está ajustada preferiblemente de tal forma, que la velocidad de flujo de la mezcla de floculación es grande en la superficie de paso entre la segunda chapa deflectora y la pared lateral corta del depósito. Es concebible por ejemplo, que la superficie de paso presente una anchura de 1-5 cm. La segunda chapa deflectora posibilita una introducción uniforme de la mezcla de floculación a través de la totalidad de la anchura del depósito. La zona de contacto K, la cual se configura entre la segunda chapa deflectora y la pared lateral corta, también puede estar determinada por el tamaño de la superficie de paso. La superficie de paso preferiblemente  
 55 reducida de la mezcla de floculación entre la segunda chapa deflectora y la pared lateral corta del depósito, así como la velocidad de flujo alta condicionada debido a ello, de la mezcla de floculación a través de la ranura de paso, conduce a que no asciendan burbujas de gas ascendentes desde la unidad de gasificación en contra de la dirección de entrada de la mezcla de floculación en el depósito.

60 Además de la introducción mencionada arriba del agua mezclada con un agente floculante de la unidad de floculación por el lado superior abierto del depósito, es posible en general también, introducir, particularmente inyectar el agua mezclada con el agente floculante o la mezcla de floculación de la unidad de floculación en paralelo y con una separación mínima con respecto a la base del depósito en el depósito. La separación entre la base del depósito y la entrada de la mezcla de floculación es en este caso dependiente del tamaño total del depósito.

65 La tarea de la presente invención se soluciona igualmente mediante un procedimiento para la depuración de agua, particularmente para la depuración previa de agua de mar, mediante la utilización del dispositivo según la invención.

Un procedimiento de este tipo comprende en este caso los pasos:

- introducción de agua mezclada con al menos un agente floculante en al menos un depósito;
- puesta en contacto del agua mezclada con al menos un agente floculante con al menos un gas introducido mediante al menos una unidad de gasificación en un depósito, particularmente aire, para la configuración de un aglomerado de flóculos-burbujas de gas, particularmente de un aglomerado de flóculos-microburbujas de gas,
- separación del aglomerado de flóculos-burbujas de gas que ha ascendido a la superficie del agua que se encuentra en el depósito,
- evacuación del agua liberada del aglomerado de flóculos-burbujas de gas a través de al menos una unidad de filtración dispuesta en el depósito, y
- suministro del agua evacuada a través de la unidad de filtración a pasos de tratamiento adicionales.

En una forma de realización del procedimiento, la adición del al menos un agente floculante al agua a depurar para la floculación de componentes orgánicos contenidos en el agua, se produce en al menos una unidad de floculación preconectada al depósito. La floculación de los componentes orgánicos disueltos contenidos en el agua a depurar se produce preferiblemente mediante sustancias químicas conocidas para ello, habiendo resultado particularmente ventajoso, el uso de sales de  $Fe^{3+}$  o  $Al^{3+}$ , como por ejemplo,  $FeCl_3$ .

El agua mezclada con el agente floculante en la unidad de floculación se traspassa a continuación preferiblemente al al menos un depósito, en forma de un flujo de líquido, en el cual el flujo de líquido se mezcla con burbujas de gas, particularmente burbujas de aire, introducidas en el depósito a través de una unidad de gasificación. El aglomerado a partir de burbujas de gas y componentes orgánicos floculados que se conforma en este caso, asciende a la superficie del líquido que se encuentra en el depósito, se acumula allí y se separa mecánicamente. El agua liberada de la mayoría de los componentes orgánicos, se evacúa a continuación a través de la unidad de filtración dispuesta en la superficie de base del depósito y se suministra a pasos de tratamiento adicionales.

El presente procedimiento representa correspondientemente un procedimiento híbrido de microflotación y filtración de membrana en una única unidad de dispositivo singular.

La invención se explica a continuación con mayor detalle haciendo referencia a las figuras de los dibujos mediante un ejemplo de realización. Muestran:

- La Fig. 1a una vista lateral esquemática de un dispositivo para la depuración de agua según una primera forma de realización,
- La Fig. 1b una vista lateral esquemática de un dispositivo para la depuración de agua según una segunda forma de realización,
- La Fig. 2 una vista superior de un dispositivo para la depuración de agua;
- La Fig. 3 una vista lateral esquemática de un dispositivo para la depuración de agua según una tercera forma de realización; y
- La Fig. 4 una representación esquemática de un procedimiento en una instalación que comprende un dispositivo para la depuración de agua.

Una estructura general de una primera forma de realización del dispositivo según la invención se muestra en la Fig. 1 a.

La vista lateral de la Fig. 1a comprende un depósito 10, una unidad de gasificación 30, una unidad de filtración 40, una primera chapa deflectora 1 y una segunda chapa deflectora 2. El depósito 10 presenta un lado superior, el cual está abierto, y una superficie de base que se encuentra opuesta a este lado superior. La unidad de gasificación 30, la primera chapa deflectora 1 y la unidad de filtración 40 están dispuestas a lo largo de esta superficie de base y sobre esta superficie de base.

El depósito 10 comprende además del lado abierto superior y de la superficie de base, dos paredes laterales alargadas opuestas y dos paredes laterales cortas opuestas. El depósito 10 está configurado en general en forma de un paralelepípedo con una longitud a, una anchura b y una altura h. Las paredes laterales alargadas del depósito se determinan mediante la longitud a y la altura h, mientras que las dimensiones de las paredes laterales cortas están fijadas mediante la anchura b y la altura h del depósito.

En la presente primera forma de realización, la longitud a es de por ejemplo, 1 m, la anchura b de 0,61 m y la altura h de 0,5 m.



- Es importante señalar que estas dimensiones solo tienen un carácter ilustrativo y que en el presente caso solo se han elegido para describir y representar las proporciones de tamaño y las condiciones de disposición correspondientes de los componentes individuales de la forma de realización del dispositivo entre sí, pudiendo ser en el caso de una transmisión de modelo, las proporciones de los componentes individuales, iguales o al menos parecidas entre sí. También se indica que en el caso de una ampliación de la escala de la forma de realización descrita del dispositivo, puede tenerse en cuenta la similitud hidráulica. El experto conoce métodos de cómo llevar a cabo, partiendo por ejemplo, de una instalación de laboratorio o de una instalación piloto, un escalado de la instalación y del proceso.
- 5
- 10 Para el caso de que el depósito presente las dimensiones indicadas arriba, la unidad de gasificación 30 consistente en cuatro membranas de gasificación individuales, está dispuesta a una distancia de por ejemplo 0,1 m de la primera pared lateral corta con la anchura b. La unidad de gasificación 30 se extiende por la totalidad de la anchura b del depósito 10 y puede consistir en varios discos, placas, tubos u otras formas geométricas.
- 15 Por encima de esta unidad de gasificación 30, se encuentra la segunda chapa deflectora 2, la cual también está dispuesta con una separación de 0,1 m de la primera pared lateral corta y está fijada a los cantos laterales del lado longitudinal del lado abierto superior del depósito 10. En la primera variante mostrada en la Fig. 1a, la segunda chapa deflectora 2 está dispuesta perpendicularmente y con ello en paralelo con respecto a la primera pared lateral corta. La separación entre la superficie de base del depósito 10 y la segunda chapa deflectora 2 es en la presente forma de realización de 0,12 m.
- 20
- Si se sigue la longitud lateral a del depósito 10, la primera chapa deflectora 1 está dispuesta en la presente forma de realización a una distancia de por ejemplo, 0,2 m de la primera pared lateral corta y fijada en la superficie de base del depósito 10. La primera chapa deflectora 1 está inclinada con un ángulo  $\alpha$  de 50 a 90°, por ejemplo, de 60°, en relación con la superficie de base del depósito 10 en la dirección que se aleja de la primera pared lateral corta hacia la segunda pared lateral corta del depósito 10. En correspondencia, la separación entre la superficie de base del depósito 10 y el canto superior de la primera chapa deflectora 1 es debido a la inclinación, de por ejemplo, 0,26 m.
- 25
- En dirección de observación de la primera pared lateral corta a lo largo de la longitud a del depósito 10, detrás de la primera chapa deflectora 1 está dispuesta la unidad de filtración 40 a una distancia de por ejemplo, 0,39 m en relación con la primera pared lateral corta. La unidad de filtración 40 se extiende a lo largo de la superficie de base hasta la segunda pared lateral corta y presenta de esta forma una longitud de por ejemplo, 0,61 m. En el caso de la forma de realización aquí mostrada, la altura de la unidad de filtración es de por ejemplo, 0,14 m y la altura del estado de llenado del depósito 10, de por ejemplo, 0,33 m. De esta forma, la unidad de filtración está completamente sumergida en el líquido presente en el depósito 10.
- 30
- 35
- La segunda forma de realización mostrada en la Fig. 1b se corresponde esencialmente con la primera forma de realización mostrada en la Fig. 1a, de manera que en lo sucesivo puede hacerse referencia en su totalidad a las explicaciones con respecto a la primera forma de realización.
- 40
- La segunda forma de realización de la Fig. 1b se diferencia de la primera forma de realización de la Fig. 1a, solo en lo que se refiere al ángulo de inclinación de la segunda chapa deflectora 2. La segunda chapa deflectora 2, la cual está fijada a los cantos laterales superiores del depósito 10, está inclinada en el caso de la segunda forma de realización con un ángulo  $\beta$  de 70-90°, preferiblemente de 80° en relación con el lado abierto dispuesto en el lado opuesto a la base del depósito, del depósito 10 en dirección de la primera pared lateral corta del depósito 10. Debido a la inclinación de la segunda chapa deflectora 2, la separación entre la primera pared lateral corta y el extremo inferior de la segunda chapa deflectora 2 se acorta, y con ello se reduce la anchura de ranura para el paso del agua mezclada con el agente floculante. Esto por su parte aumenta la velocidad de flujo de la mezcla de floculación.
- 45
- 50 La figura 2 muestra una vista superior sobre la primera forma de realización mostrada en la figura 1, aclarándose en este caso la disposición de las cuatro membranas de gasificación cerámicas sobre la superficie de base del depósito de gasificación 10 en relación con la disposición de la primera y de la segunda chapa deflectora 1, 2. Las cuatro membranas de gasificación cerámicas están dispuestas en paralelo a lo largo de la primera pared lateral corta dentro de una separación de 0,1 m de la mencionada primera pared lateral corta. El diámetro de cada una de las membranas de gasificación es en el presente caso de 0,15 m, pero también puede desviarse de estas dimensiones.
- 55
- La figura 3 muestra otra forma de realización preferida del presente dispositivo. A diferencia de las formas de realización mostradas en las figuras 1a, b, en las que la unidad de floculación 20 está dispuesta separada espacialmente del depósito 10 (no mostrado), en la forma de realización representada en la Fig. 3, la unidad de floculación 20 está integrada en el depósito 10.
- 60
- En este caso se prevé un espacio o sección de floculación 20 del depósito 10, en el cual se introducen el agua a depurar y el agente floculante.
- 65
- Tras mezclarse el agua a depurar con el agente floculante, por ejemplo, utilizando un agitador, la mezcla puede introducirse en la zona superior de la sección de floculación 20, a través de una pared de separación, a otra sección

21 separada de la celda de flotación 10 propiamente dicha, en la cual puede añadirse un medio auxiliar de floculación adicional. En correspondencia, la pared de separación prevista entre la sección de floculación 20 y la sección 21, para el suministro del medio auxiliar de floculación adicional, puede presentar una altura, la cual posibilita una transferencia del agua mezclada con el agente floculante desde la sección de floculación 20 a la sección 21.

Tras añadirse los medios auxiliares de floculación adicionales en la sección 21, se conduce el agua a depurar desde arriba hacia abajo en la sección 21 y puede entrar a continuación por la base del depósito a la zona de contacto K del depósito 10 y conducirse a través de la unidad de gasificación 30. En correspondencia con ello, el agua a depurar se introduce en la forma de realización de la figura 3 en forma de meandro desde la sección de floculación 20 a la sección 21 y finalmente a la zona de contacto K de la celda de flotación o depósito 10.

En relación con la figura 4 se describe en lo sucesivo una forma de realización del procedimiento para la depuración de agua mediante el uso de un dispositivo según la segunda forma de realización.

En el presente procedimiento experimental, se usa agua sucia, la cual se mezcló con sustancias húmicas.

La totalidad de las sustancias orgánicas en el agua sucia se simula en el presente caso mediante sustancias húmicas, las cuales también resultan en la naturaleza debido a descomposición biológica normal. Las sustancias húmicas son cadenas moleculares encadenadas de forma compleja a partir de unidades de alquilo y aromáticas con grupos funcionales, como por ejemplo,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NH}_2$  y  $-\text{RSH}$ . Debido a los grupos ácidos ionizados conforman macromoléculas cargadas negativamente.

Para la floculación de las sustancias húmicas contenidas en el agua, se ofrecen sobre todo sustancias con contenido de hierro y aluminio que contienen iones trivalentes, como medios de precipitación, que pueden presentarse de forma líquida o sólida. En el presente caso se usa  $\text{FeCl}_3$  sólido para la producción de un medio de precipitación líquido. El agua sucia se mezcla con la solución que contiene ácidos húmicos y a continuación se mezcla con la solución con contenido de  $\text{FeCl}_3$  mediante el uso de un mezclador estático en el tanque de floculación 20. En el tanque de floculación 20 se produce una floculación de los ácidos húmicos contenidos en el agua sucia debido al agente floculante  $\text{FeCl}_3$ .

El agua sucia mezclada con  $\text{FeCl}_3$  se introduce en el presente procedimiento experimental a continuación, desde el tanque de floculación 20 en el depósito de separación o depósito de gasificación 10 con un flujo volumétrico de 400 litros por hora. La introducción en el depósito 10 se produce en una zona entre la primera pared lateral corta del depósito 10 y la segunda chapa deflectora 2, es decir, en una zona antes de la segunda chapa deflectora 2. Esto puede producirse desde arriba a través del lado abierto del depósito 10 o también lateralmente abajo en el depósito 10. La segunda chapa deflectora 2 está inclinada en este caso con un ángulo  $\beta$  de por ejemplo,  $80^\circ$  hacia la pared lateral corta, de manera que debido a la reducción de la anchura de ranura entre la pared lateral y la segunda chapa deflectora, se produce un aumento de la velocidad de flujo de la mezcla de floculación introducida en dirección de la membrana de gasificación 30 dispuesta en la base del depósito de gasificación 10.

A través de la unidad de gasificación 30, la cual consiste en el presente caso en cuatro membranas de gasificación individuales, se inyecta gas, particularmente aire, produciéndose una configuración de microburbujas directamente en el agua introducida mezclada con agente floculante. Los aglomerados de flóculos-burbujas de aire configurados de esta forma, se conducen a lo largo de la primera chapa deflectora 1 inclinada en la dirección de la superficie del líquido contenido en el depósito 10, y con ello a la zona de separación S del depósito 10,

Las burbujas, las cuales escapan en el centro de la membrana de gas, tienen debido al carácter de banco de la nube de burbujas, una velocidad de ascenso menor que las exteriores. Cuanto más alta se encuentre la membrana de gas en el agua, es decir, cuanto mayor es el volumen de la membrana de gas que se encuentra en el depósito 10, menor es la velocidad de ascenso como consecuencia del diámetro de burbuja menor. En general, las burbujas escapan de forma relativamente uniforme a través de la totalidad de la superficie de la membrana. Cuanto mayor es la presión de gas ajustada, más y mayores y más rápidas burbujas resultan. En el caso de una reducción de la ranura de entrada a 1 cm, es decir, de la ranura de paso para la mezcla de floculación entrante, la velocidad de entrada de la mezcla de floculación en la zona de contacto K del depósito 10 se encuentra en la misma magnitud que la velocidad del ascenso de las burbujas, de manera que las burbujas no pueden ascender en la zona de la ranura de paso en el borde de piscina izquierdo.

Debido a la sedimentación de las microburbujas en los componentes orgánicos floculados, éstas ascienden en dirección de la superficie del líquido que se encuentra en el depósito 10 y conforman en la superficie del agua una capa de materia sólida, que se separa mecánicamente, por ejemplo, mediante el uso de instalaciones de barrido, como por ejemplo, rasquetas. Por debajo de esta capa de materia sólida se encuentra el agua depurada en la zona de separación S del depósito 10. El agua depurada previamente de esta forma se retira mediante el uso de una bomba E1 a través de la unidad de filtración 40 sumergida y se encuentra a disposición como agua depurada para el posterior procesamiento, como por ejemplo, procesos de desalinización adicionales.

## ES 2 599 820 T3

Para evitar un ensuciamiento en la superficie de la unidad de filtración 40, puede conducirse a través de tubos flexibles provistos de agujeros, aire directamente a la superficie de la unidad de filtración 40, debido a lo cual se provoca una eliminación mecánica de sedimentaciones sobre la superficie de la unidad de filtración 40.

- 5 Lista de las referencias
  - 1 Primera chapa deflectora
  - 2 Segunda chapa deflectora
- 10 10 Depósito
  - 20 Unidad de floculación
  - 21 Sección del depósito 10 para la introducción de medios auxiliares de floculación adicionales
- 15 30 Unidad de gasificación
  - 40 Unidad de filtración
- 20 K Zona de contacto del depósito 10
- S Zona de separación del depósito 10
- $\alpha$  Ángulo de inclinación de la primera chapa deflectora 1
- $\beta$  Ángulo de inclinación de la segunda chapa deflectora 2

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la depuración de agua salada, particularmente depuración previa de agua de mar, que comprende
- 5
- al menos un depósito (10) para el alojamiento de agua mezclada con al menos un agente floculante para la separación de componentes orgánicos, y dado el caso biológicos, contenidos en el agua,
  - comprendiendo el al menos un depósito (10) al menos una zona de contacto K para el contacto del agua mezclada con el agente floculante con al menos un gas, particularmente aire, y al menos una zona de separación S para la separación de los componentes orgánicos floculados hechos ascender mediante el gas,
  - habiendo dispuesta en la al menos una zona de contacto K al menos una unidad de gasificación (30) de una o varias membranas de gasificación cerámicas con un tamaño de poro medio de 2  $\mu\text{m}$  y
- 10
- en la al menos una zona de separación S al menos una unidad de filtración (40);
- 15 **caracterizado por que** la unidad de gasificación (30) está conectada directamente a una conducción de gas comprimido o a una botella de gas, de manera que el al menos un gas puede inyectarse a través de la al menos una unidad de gasificación (30) sin usar un portador líquido directamente en el depósito (10).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la al menos una unidad de filtración (40) y la al menos una unidad de gasificación (30) están dispuestas desplazadas horizontalmente entre sí.
- 20
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el depósito (10) es un depósito (10) abierto por una superficie superior opuesta a la superficie de base, de longitud a, de anchura b y de altura h con dos paredes laterales alargadas y dos cortas.
- 25
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una unidad de filtración (40) está dispuesta en el depósito (10) por debajo de la capa formada por los componentes orgánicos floculados hechos ascender, particularmente en la base del depósito (10), dentro de la zona de separación S.
- 30
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una unidad de filtración (40) es una membrana de filtración cerámica, particularmente una membrana de microfiltración o membrana de ultrafiltración cerámica.
- 35
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una unidad de filtración (40) es un módulo de membrana con un tamaño de poro medio de 20 a 500 nm, preferiblemente de 100 a 300 nm, de manera particularmente preferida de 200 nm.
- 40
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** al menos un medio para la ventilación de la al menos una unidad de filtración (40).
- 45
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una unidad de gasificación (30) se compone de 1 a 10, particularmente de 2 a 8, de manera particularmente preferida de 4 a 6 membranas de gasificación.
- 50
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la al menos una unidad de gasificación (30) se compone de membranas de gasificación cerámicas dispuestas en paralelo y/o perpendicular unas sobre la otras.
- 55
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** entre la zona de contacto K y la zona de separación S hay dispuesta al menos una primera chapa deflectora (1) para desviar los componentes orgánicos floculados, hechos ascender mediante el gas, desde la zona de contacto K a la zona de separación S.
- 60
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** hay dispuesta al menos una segunda chapa deflectora (2) en el área de la zona de contacto K en las paredes laterales alargadas opuestas del depósito (10).
- 65
12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado por que** la primera chapa deflectora (1) y la segunda chapa deflectora (2) están dispuestas desplazadas entre sí y opuestas, de manera que puede provocarse una corriente en forma de meandro a través de las chapas deflectoras (1, 2).
- 65
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** al menos una unidad de floculación (20) conectada por delante del depósito (10), para el alojamiento del agua a depurar y de al menos un agente floculante para la floculación de los componentes orgánicos contenidos en el agua.
- 65
14. Procedimiento para la depuración de agua salada, particularmente para la depuración previa de agua de mar, mediante la utilización de un dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:

- introducción de agua mezclada con al menos un agente floculante en al menos un depósito (10);
- puesta en contacto del agua mezclada con al menos un agente floculante con al menos un gas introducido mediante al menos una unidad de gasificación (3) en un depósito (10), en particular aire, para la formación de un aglomerado de flóculos-burbujas de gas, particularmente de un aglomerado de flóculos-microburbujas de gas,
- 5 - separación del aglomerado de flóculos-burbujas de gas que ha ascendido a la superficie del agua que se encuentra en el depósito (10),
- evacuación del agua liberada del aglomerado de flóculos-burbujas de gas a través de al menos una unidad de filtración (40) dispuesta en el depósito (10) y
- 10 - suministro del agua evacuada a través de la unidad de filtración (40) a pasos de tratamiento adicionales.

15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado por que** el suministro del al menos un agente floculante al agua a depurar, para la floculación de componentes orgánicos contenidos en el agua, se produce en al menos una unidad de floculación (20) conectada por delante del depósito (10).

FIG 1A

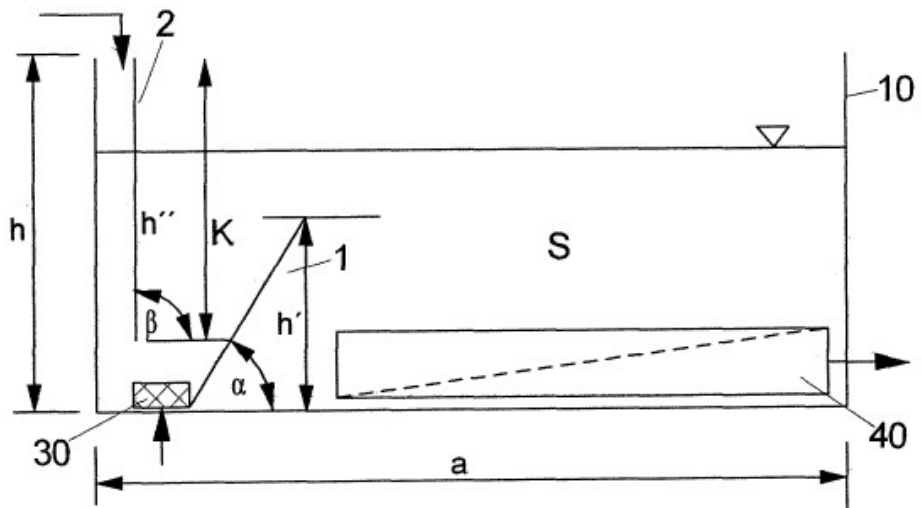


FIG 1B

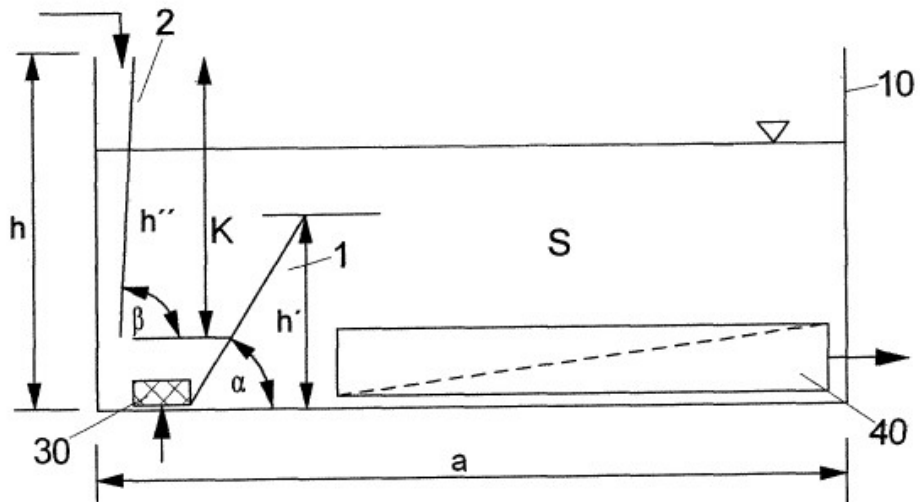


FIG 2

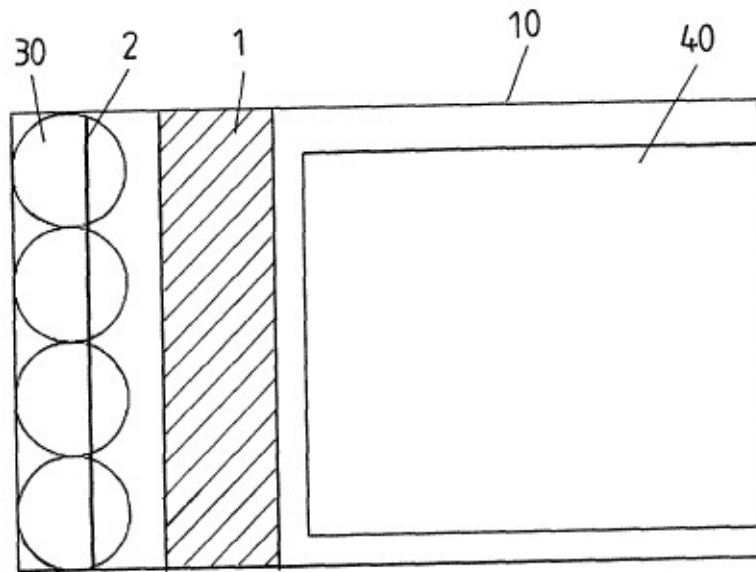


FIG 3

