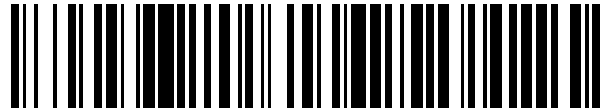


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 554**

51 Int. Cl.:

**C02F 3/12** (2006.01)

**C02F 1/78** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2003 E 03075926 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2015 EP 1361198**

54 Título: **Procedimiento para tratar agua y planta de tratamiento**

30 Prioridad:

**08.04.2002 DE 10215413**

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

**23.03.2016**

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR  
L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS  
GEORGES CLAUDE (100.0%)  
75, quai d'Orsay  
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**GEBBET, ADRIAN y  
SCHWERDT, JÖRG**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 564 554 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**

Procedimiento para tratar agua y planta de tratamiento

La invención se refiere a un procedimiento para tratar agua en una planta de tratamiento, en particular el agua residual en una planta de tratamiento depuradora, y a una planta de tratamiento para tratar agua.

5 Es conocido el uso de filtros biológicos, sistemas de lecho fijo y procedimientos biológicos por membrana como un suplemento para diseños de plantas convencionales en la purificación de aguas residuales industriales o domésticas. Los procedimientos biológicos se ven afectados en este caso al introducir sustancias, por ejemplo, oxígeno o dióxido de carbono, en el agua residual.

10 Así, el contenido de oxígeno requerido para la actividad biológica se puede ajustar añadiendo oxígeno puro y el pH requerido para la actividad biológica añadiendo dióxido de carbono. Una introducción de ozono en combinación con etapas de tratamiento biológico aeróbico, se realiza para oxidar o descomponer sustancias poco degradables. El tratamiento de ozono se realiza generalmente aguas debajo de una purificación biológica. En oxidaciones parciales, el ozono se adhiere a los constituyentes poco degradables que permanecen en el efluente y los convierte así en susceptibles a una posterior purificación biológica económica.

15 Además, es conocido el método por el cual se proporciona un depósito de reacción y un depósito de decantación en tratamientos de plantas depuradoras, en cuyo caso los materiales orgánicamente degradables son degradados por microorganismos en el depósito de decantación y el material orgánico restante en el depósito de decantación se separa del agua. En este caso, el material procedente del depósito de separación separado del agua se hace recircular parcialmente de regreso al depósito de reacción.

20 Una desventaja de este tratamiento es que el lodo decantado en el depósito de separación no se puede hacer recircular completamente al depósito de reacción, puesto que el depósito de reacción está biológicamente sobrecargado como resultado de la adición de cantidades excesivas de lodo de depuración concentrado, con lo cual puede ocurrir una transición a anoxia y con lo cual los microorganismos que viven en el depósito de reacción pueden morir.

25 Por este motivo, ha sido necesario desechar por separado de 10 a 20% del lodo de depuración que se forma en el depósito de decantación, lo que con frecuencia se considera como residuo especial. Desechar este lodo de depuración produce altos costes que representan hasta el 30% de los costes operacionales de una planta de tratamiento depuradora.

30 En segundo lugar, es conocido el uso de ozono para tratar agua recirculada, por ejemplo, en sistemas de refrigeración de estaciones eléctricas, con el fin de prevenir la formación de limo en el agua como resultado de actividad biológica. El ozono se usa en la presente memoria como biocida, que no contribuye a la acumulación de sales y suprime eficazmente la actividad biológica incluso en dosis relativamente bajas.

35 Los documentos de patente EP835845, DE19942184, US4370235, WO99/41205 y EP881195 describen procedimientos para tratar agua en una planta de tratamiento que tiene una cámara de reacción, seguidamente una cámara de separación y una corriente de retorno de la cámara de separación a la cámara de reacción, sometiéndose dicha corriente de retorno a un tratamiento mediante ozono.

Es por lo tanto un objeto de la presente invención, proporcionar un procedimiento para tratar agua y una planta de tratamiento con la que se puede tratar agua residual sucia de una manera económica, generándose lodo de depuración orgánico en cantidades mucho más bajas.

40 Este objeto se logra de acuerdo con la invención, mediante un procedimiento para tratar agua con las características según la reivindicación 1 y mediante una planta de tratamiento para tratar agua con las características según la reivindicación 12.

Otras realizaciones y desarrollos ventajosos, cada uno de los cuales se pueden emplear de manera individual o se pueden combinar entre si según se desee, son el objeto tratado en las respectivas reivindicaciones dependientes.

45 El procedimiento de la invención para tratar agua en una planta de tratamiento, en particular agua residual, en una planta de tratamiento depuradora, que tiene una cámara de reacción en la que un material biodegradable presente en el agua, es al menos parcialmente biodegradado por microorganismos y que tiene una cámara de separación en la que el material biodegradable y los microorganismos se separan al menos parcialmente del agua, una corriente de agua que contiene microorganismos y material biodegradable que fluye desde la cámara de reacción a la cámara de separación, se caracteriza porque una corriente de retorno que contiene material biodegradable y una porción de los microorganismos fluye desde la cámara de separación a la cámara de reacción, y la corriente de retorno se somete a un tratamiento cuya intensidad se fija previamente.

La función de la cámara de reacción es degradar el material biodegradable presente en el agua mediante microorganismos. Es este procedimiento, los microorganismos alimentados sobre el material biodegradable, se

multiplican y descomponen u oxidan compuestos hidrocarbonados del material con la liberación de dióxido de carbono, agua y nitrógeno.

5 Es ventajoso, si el agua que contiene material biodegradable y microorganismos se mantiene en constante agitación en la cámara de reacción, para lograr un mezclamiento constante. Esta agitación del agua asegura una actividad biológica particularmente buena de los microorganismos.

10 La función de la cámara de separación es separar el agua del material orgánicamente degradable y de los microorganismos. Esta separación se puede lograr, por ejemplo, mediante simple decantación de los microorganismos o del material en un depósito de decantación. El agua esencialmente libre de microorganismos y del material se puede retirar de la cámara de separación y, si es apropiado, se somete a una etapa de purificación posterior.

15 Los microorganismos separados y el material biodegradable se hacen recircular de vuelta a la cámara de reacción. En este caso, el material y microorganismos muertos sirven como nutriente para los microorganismos que viven en la cámara de reacción. Los microorganismos vivos retirados de la cámara de separación y añadidos a la cámara de reacción, contribuyen a la actividad biológica en la cámara de reacción. Sin embargo, se debe prestar atención al hecho de que el suministro de alimento superabundante o muy escaso en la cámara de reacción y una excesiva o insuficiente población de microorganismos, produce interferencias en el procedimiento biológico en el depósito de reacción.

20 Para evitar la transición a la anoxia del agua en la cámara de reacción, es decir, lo que se denomina catástrofe de población, según la invención, la corriente de retorno que contiene material biodegradable y una porción de los microorganismos se somete a un tratamiento cuya intensidad se fija previamente. Es este tratamiento, se toma en cuenta al menos un factor de tres factores, es decir, la velocidad de alimentación del material orgánico recirculado, la velocidad de alimentación de los microorganismos vivos y/o la velocidad de alimentación de los microorganismos muertos. La velocidad de alimentación se define como la cantidad que fluye en la cámara de reacción (en unidades, por ejemplo, partículas, litros o kilos por período de tiempo).

25 La experiencia muestra, por ejemplo, que una velocidad de alimentación excesivamente alta de microorganismos vivos produce una subida pronunciada de la población en el depósito de reacción. El aumento sigue hasta agotar todo el suministro de alimento. La población de microorganismos luego colapsa. Aunque como resultado se retira el material orgánico del agua, la población de microorganismos es tan baja que, en el caso de proporcionar un flujo de agua residual de nueva aportación que contenga material orgánico al depósito de reacción, sólo se produciría una degradación lenta del material orgánico debido a la baja población.

30 Si, en cambio, la velocidad de alimentación de los microorganismos vivos es muy baja, y más microorganismos vivos se retiran de la cámara de reacción que los que se generan en la cámara de reacción, la población de microorganismos en la cámara de reacción disminuye de tal manera que, de nuevo, una adición tipo flujo de grandes cantidades de material orgánico no se puede procesar rápidamente.

35 En el caso de una excesiva velocidad de alimentación de material orgánicamente degradable, produce a corto plazo un exceso de nutrientes seguido de una población creciente excesivamente alta de microorganismos. Posteriormente, de nuevo, cabe esperar una catástrofe de población, es decir, un colapso abrupto de la población de microorganismos.

40 Si, en cambio, se alimenta una cantidad insuficiente de material orgánico al depósito de reacción, la población de microorganismos puede disminuir hasta un punto crítico debido a una deficiencia de nutrientes, si no hay suficiente cantidad de material orgánico en el agua residual.

Los microorganismos muertos o destruidos también han demostrado ser buenos nutrientes para los microorganismos vivos. Una alimentación excesivamente alta de microorganismos muertos también puede producir un excesivo aumento de la población y posterior catástrofe de población.

45 Por lo general, al tratar la corriente de retorno influenciando en al menos una velocidad de alimentación de la velocidad de grupo de alimentación de microorganismos vivos, velocidad de alimentación de los microorganismos muertos y velocidad de alimentación del material orgánicamente degradable, se evitan fluctuaciones intensas en la capacidad de purificación de la planta de tratamiento de agua. Al preajustar la intensidad y el tipo de tratamiento, se puede influir en la actividad biológica en el depósito de reacción. En particular, se pueden de este modo evitar las catástrofes de población o las fluctuaciones de población excesivas.

50 En una realización del procedimiento de la invención, el tratamiento preajusta una primera velocidad de alimentación de los microorganismos alimentados a la cámara de reacción. Si la actividad biológica en el depósito de reacción está en el intervalo subcrítico, es decir, la población de microorganismos es menor que el suministro de nutrientes, al preajustar la primera velocidad de alimentación se influye directamente en el crecimiento de la población.

55 En otra realización del procedimiento de la invención, el tratamiento preajusta una segunda velocidad de alimentación de los microorganismos muertos recirculados desde la cámara de separación a la cámara de reacción.

Como resultado de la recirculación de los microorganismos muertos, se refuerza particularmente un crecimiento de la población de microorganismos en la cámara de reacción, puesto que los microorganismos muertos son nutrientes particularmente buenos para los microorganismos vivos. La alimentación puede estimular el crecimiento, en particular, en el caso de tamaños de población pequeños.

- 5 En otra realización del procedimiento de la invención, se preajusta una tercera velocidad de alimentación del material recirculado a la cámara de reacción. El suministro de nutrientes en el espacio de reacción se determina conjuntamente a través de la tercera velocidad de alimentación. Si, por ejemplo, un agua residual rica en material orgánico está ausente durante un corto intervalo de tiempo, una alimentación de dimensiones apropiadas de material orgánico procedente de la cámara de separación puede compensar el déficit de nutrientes en la cámara de reacción.
- 10 Como resultado, se evita una catástrofe de población en la cámara de reacción, y mediante lo cual que se logra uniformar la actividad biológica en el tiempo y nivelar las fluctuaciones de población.

- 15 Con el fin de preajustar al menos una velocidad de alimentación de la primera velocidad de alimentación y de la segunda velocidad de alimentación de grupo, se destruye ventajosamente una porción de los microorganismos presentes en la corriente de retorno. Al destruir los microorganismos vivos, se puede influir en la relación de microorganismos vivos a microorganismos muertos. Dependiendo del suministro de nutrientes y tamaño de la población de microorganismos en el depósito de reacción, una cierta relación de microorganismos vivos a microorganismos muertos en el depósito de reacción produce un aumento o disminución de la población.

- 20 Por ejemplo, una baja relación, es decir, una alimentación de muchos microorganismos muertos a la cámara de reacción con una actividad biológica en el intervalo crítico, es decir, cuando la relación de la población a suministro de alimento en el depósito de reacción está justo en equilibrio, produce un aumento de la población. Aunque una alta relación, es decir, una alimentación de muchos microorganismos pero pocos microorganismos muertos, aumenta la población en la cámara de reacción a corto plazo, la población luego colapsa debido al bajo suministro de nutrientes.

- 25 Ventajosamente, una porción de los microorganismos presente en la corriente de retorno se destruye mediante un biocida, en particular mediante ozono. La ventaja del ozono es que el ozono, después del flúor, es el agente oxidante más fuerte, pero reacciona para formar productos de oxidación comparativamente no problemáticos y oxígeno. El oxígeno se requiere de todas formas en la reacción en la cámara de reacción. Además, no se produce ninguna acumulación de sales en las aguas tratadas como resultado de la oxidación con ozono.

- 30 Aunque el ozono no se puede almacenar, se puede producir in situ a partir de oxígeno en generadores de ozono. Para aplicaciones industriales, se pueden lograr concentraciones de ozono de 10 a 14% en peso con un consumo de energía inferior a 10 kWh/kg de ozono.

- 35 Ventajosamente, la velocidad de retirada de los microorganismos retirados de la cámara de reacción y alimentados a la cámara de separación, es mayor en promedio en el tiempo que la velocidad de reproducción de los microorganismos en la cámara de reacción. Como resultado más microorganismos son retirados de la cámara de reacción que los generados como microorganismos mediante división celular. Mediante una apropiada adición de microorganismos en la corriente de retorno, es decir, mediante una apropiada primera velocidad de alimentación, se puede mantener en cierto nivel la población en la cámara de reacción de una manera controlada. Una retirada de microorganismos suficientemente alta evita población fluctuaciones de población incontrolables en la cámara de reacción con antelación.

- 40 Ventajosamente, se controla al menos una velocidad de alimentación de la primera velocidad de alimentación, segunda velocidad de alimentación y tercera velocidad de alimentación de grupo, en función de la concentración de los microorganismos situados en la cámara de reacción. A través del control, se puede controlar la población en la cámara de reacción.

- 45 El parámetro de control usado puede ser o bien la primera velocidad de alimentación, es decir, la cantidad de microorganismos vivos que se incorporan por unidad de tiempo a la cámara de reacción, o bien la cantidad de nutrientes en forma de microorganismos muertos, es decir, como segunda velocidad de alimentación, o bien en forma de material biodegradable, es decir, como tercera velocidad de alimentación. Con especial preferencia, se preajustan una pluralidad de velocidades de alimentación y se usan para el control en función del tamaño de la población de microorganismos en el depósito de reacción y del suministro de nutrientes en el depósito de reacción.

- 50 Es ventajoso que la concentración de ozono en la corriente de retorno en un punto de alimentación sea entre 20 y 60 g/l, en particular entre 30 y 50 g/l, preferiblemente entre 40 y 44 g/l. Estos valores se refieren en particular a corrientes de retorno en plantas de tratamiento depuradoras que tienen las concentraciones de material habituales para plantas de tratamiento de aguas residuales. Dependiendo de la eficacia de la cámara de separación y de la concentración de material lograda, la concentración de ozono será correspondientemente mayor o menor.

- 55 La experiencia ha demostrado que, dependiendo de la concentración del material orgánicamente degradable en el agua, se debe destruir entre 5 y 30%, en particular entre 10 y 20%, de los microorganismos retirados de la cámara de separación y alimentados a la cámara de reacción. Con esta relación se logra una población particularmente estable en el depósito de reacción. Más ventajosamente, los microorganismos predominantemente

de baja biológica actividad son destruidos por el biocida y los microorganismos con una fuerte actividad biológica se dejan vivos.

5 El caudal volumétrico del agua a tratar alimentado a la cámara de reacción es de una magnitud tal, que el agua en la cámara de reacción se intercambia en el curso de 2 a 6 días, en particular en el curso de 3 a 5 días. Como resultado de estos caudales, se logra un flujo suficientemente alto con una acción de clarificación suficientemente buena. La capacidad habitual de la cámara de reacción es de al menos 3.000 m<sup>3</sup>, en particular de al menos 5.000 m<sup>3</sup>, preferiblemente de al menos 7.000 m<sup>3</sup>.

10 Para aumentar la actividad biológica, las estructuras orgánicas presentes en la corriente de retorno se fragmentan mecánica o químicamente. Se realiza una fragmentación mecánica que altera las estructuras orgánicas. La adición de agentes oxidantes rompe químicamente las estructuras orgánicas y debilita las paredes celulares. La fragmentación potencia la actividad biológica en el depósito de reacción.

15 Para potenciar aún más la actividad biológica, la corriente de retorno se conduce en un circuito abierto. El circuito abierto aumenta el tiempo de residencia y la destrucción las estructuras celulares. Abierto, en este contexto, significa que se hace circular sólo una porción del agua que contiene material orgánico y microorganismos. El circuito abierto se logra a través de una tubería adicional, la cual se conecta por ambos extremos a una tubería de retorno para la corriente de retorno. En este caso, se prefiere que el tamaño del circuito sea al menos dos veces, en particular al menos tres veces, preferiblemente cuatro veces superior a la corriente de retorno. El circuito aumenta el tiempo de residencia de la corriente de retorno en la tubería de retorno y se fragmentan las estructuras de grupo. Como resultado, es posible disolver la cantidad total de agente oxidante en el medio.

20 Ventajosamente, en el depósito de reacción, el contenido de material orgánico en el agua se mantiene en 3 a 5 g/l, en particular se controla en 3 a 5 g/l. Esta concentración de material orgánico logra una actividad biológica particularmente eficaz y estable en el depósito de reacción.

25 En la cámara de separación, ventajosamente, el contenido de material orgánico en el agua se controla en 6 a 20 g/l promediado en el espacio. Es ventajoso que la concentración de ozono sea tal como para mantener vivos los microorganismos vitales en la corriente de retorno y que mueran los microorganismos débiles.

En una realización especial de la invención, la cámara de separación usada es un depósito de decantación. También, es conveniente el uso de los sistemas de membranas para separar el lodo del agua en la cámara de separación. Usando un depósito de decantación, el material orgánico y los microorganismos se separan del agua de una manera simple y económica.

30 La planta de tratamiento de la invención para tratar agua, en particular una planta de tratamiento depuradora para aguas residuales, que tiene una cámara de reacción para la biodegradación de material biodegradable mediante microorganismos y una cámara de separación para al menos la separación parcial del material biodegradable y microorganismos del agua, la cámara de reacción y la cámara de separación que se conecta a través de una tubería de alimentación para agua que contiene microorganismos y material biodegradable, y una tubería de retorno para el material degradable y microorganismos, se caracteriza por tener un dispositivo de tratamiento para tratar una corriente de retorno desde la cámara de separación a la cámara de reacción.

35 A través de una tubería de alimentación para agua que contiene microorganismos y material biodegradable, comenzando desde la cámara de reacción a la cámara de separación, se retiran agua y microorganismos y material orgánicamente degradable desde la cámara de reacción y se alimentan a la cámara de separación. La tubería de retorno retira de la cámara de separación agua enriquecida con microorganismos y material biodegradable, y alimenta esto a la cámara de reacción. El dispositivo de tratamiento trata la corriente de retorno y de este modo se influye en el crecimiento o tamaño de la población de microorganismos en la cámara de reacción.

40 En una realización de la invención, el dispositivo de tratamiento tiene un dispositivo de medición para preajustar una primera velocidad de alimentación de los microorganismos retirados de la cámara de separación y alimentados a la cámara de reacción. El dispositivo de medición determina así la primera velocidad de alimentación. El modo de funcionamiento de los dispositivos de medición puede ser, o bien mediante la separación física de los microorganismos presentes en la corriente de retorno, o bien mediante la destrucción química de los microorganismos, o bien mediante la inoculación biológica con cepas adecuadas de microorganismos.

45 En otra realización de la invención, el dispositivo de tratamiento tiene un dispositivo de medición para preajustar una segunda velocidad de alimentación de los microorganismos muertos alimentados a la cámara de reacción. Según los dispositivos de medición para preajustar la primera velocidad de alimentación, se puede preajustar la segunda velocidad de alimentación de diversas maneras.

50 En otra realización de la invención, el dispositivo de tratamiento tiene un dispositivo de medición para preajustar una tercera velocidad de alimentación del material retirado de la cámara de separación y alimentado a la cámara de reacción. A través de este dispositivo de medición, se determinó la alimentación de nutrientes a la cámara de reacción.

Ventajosamente, el dispositivo de medición comprende un punto de alimentación para un biocida en la tubería de retorno. Un biocida adecuado es, por ejemplo, ozono. Alternativamente, el biocida usado es otra cepa bacteriológica que afecta los microorganismos en el depósito de reacción.

5 Ventajosamente, el punto de alimentación comprende una bomba de vacío. Usando la bomba de vacío, se puede introducir gases de una manera simple, por ejemplo, ozono o dióxido de carbono, en la corriente de retorno.

10 En una realización ventajosa de la planta de tratamiento de la invención, el dispositivo de medición comprende un sensor para determinar al menos una concentración a partir de la concentración de grupo de los microorganismos vivos situados en la cámara de reacción, la concentración de los microorganismos muertos situados en la cámara de reacción y la concentración del material orgánicamente degradable situado en la cámara de reacción. Usando el sensor y el dispositivo de medición, se controla la población de microorganismos en la cámara de reacción. El sensor contribuye a monitorizar la actividad biológica en la cámara de reacción.

15 En una realización especial de la invención, al menos una tubería adicional se conecta a través de ambos de sus extremos a la tubería de retorno. La tubería adicional genera un circuito abierto en la tubería de retorno mediante la cual se pueden destruir las estructuras de grupo en la corriente de retorno. Una bomba en la tubería adicional contribuye a mantener el circuito.

Ventajosamente, la cámara de separación es un depósito de decantación. Es ventajoso que la cámara de separación tenga un sistema de membrana para separar lodo y agua.

20 Para fragmentar las estructuras de grupo y potenciar la actividad biológica en la cámara de reacción, se proporciona un fragmentador mecánico en la tubería de retorno. Al fragmentar el material biodegradable se logra una superficie específica mayor y da lugar a una degradación más rápida del material biológico.

La capacidad de la cámara de reacción es ventajosamente de al menos 1.000 m<sup>3</sup>, en particular de al menos 6.000 m<sup>3</sup>.

A continuación, se explicarán otras ventajas y realizaciones con referencia a los dibujos.

25 La figura muestra diagramáticamente una planta de tratamiento 1, para tratar agua 4, que tiene una cámara de reacción 2 y una cámara de separación 3. El agua a tratar se alimenta a través de una entrada de agua residual 19, a la cámara de reacción 2. En la cámara de reacción 2, el agua 4, que contiene el material biodegradable 5, se mezcla junto con los microorganismos 17, que se alimentan del material biodegradable 5 y lo descomponen.

30 La cámara de reacción 2, se conecta a través de una tubería de alimentación 9, a la cámara de separación 3. Una porción de agua 4, que contiene material biodegradable 5 y microorganismos 17, se alimenta a través de una tubería de alimentación 9, como la corriente de agua 6, a la cámara de separación 3. En la cámara de separación 3, el agua 4, se separa del material orgánico 5 y de los microorganismos 17. El material 5 y los microorganismos 17, se asientan como lodo de depuración en el fondo de la cámara de separación 13. Así, el agua 4 libre esencialmente del material 5 y microorganismos 17 se retira a través de una salida de agua limpia 20.

35 El material 5, que se asienta en la cámara de separación 3, se hace recircular como corriente de retorno 7, junto con el agua restante y los microorganismos 17, en una tubería de retorno 10, después de un tratamiento mediante un dispositivo de tratamiento 22, a la cámara de reacción 2. Por esto el material biodegradable 5 y los microorganismos 17 se fragmentan mediante un fragmentador 16 y seguidamente se incorpora la corriente de retorno 7 con ozono en un punto de alimentación 12.

40 En la tubería de retorno 10, se proporciona una bomba 14 para transportar la corriente de retorno 7. Para más fragmentación del material orgánico 5, está presente una tubería de mezclamiento 23, en la que se hace circular el agua 4, que contiene material orgánicamente degradable 5 y los microorganismos 17. Este mezclamiento adicional lleva a más fragmentación de las estructuras de grupo.

45 La corriente de retorno 7, se incorpora en un punto de alimentación 12 con ozono, cuya adición se determina mediante una unidad de control 15, en función de la densidad de los microorganismos 17, en la cámara de reacción 2, medida por un sensor 18. El sensor 18, la unidad de control 15 y el punto de alimentación 12, forman en su conjunto un dispositivo de medición 11, mediante el cual se pueden preajustar una primera velocidad de alimentación de microorganismos vivos que se incorporan al depósito de reacción 2. El preajuste adecuado de la intensidad de tratamiento de la corriente de retorno 7, significa que una mayoría del lodo de depuración que se forma en el espacio de separación 3, es eliminado por los microorganismos 17, en forma de material biodegradable 5, o en forma de microorganismos 17. Los costes operacionales de una planta de tratamiento depuradora son menores, debido a que se produce una menor cantidad de desperdicio especial a desechar.

50 Una tubería adicional 13, que contiene una bomba 24, asegura un posterior circuito 8, que logra un mezclamiento particularmente bueno del agua 4, con el ozono y una fragmentación de las estructuras celulares restantes. Mediante la salida de lodo residual 21, se retira el lodo residual de la cámara de separación 3 y de la tubería de retorno 10.

La tubería de retorno 10, para la corriente de retorno 7; la salida de lodo residual 21; la bomba 14; el fragmentador 16; la tubería de mezclamiento 23; la tubería adicional 13, para el circuito abierto 8, que contiene la bomba 24; el dispositivo de medición 11, que comprende el sensor 18, la unidad de control 15 y el punto de alimentación 12, forman en su conjunto el dispositivo de tratamiento 22.

- 5 El control de bucle abierto o cerrado de la interacción de los componentes individuales determina la intensidad del tratamiento de la corriente de retorno 7. Se logra una población equilibrada en la cámara de reacción 2, la cual es uniforme en el tiempo y no sujeta a grandes fluctuaciones.

- 10 El procedimiento de la invención para tratar agua 4, en una planta de tratamiento 1, en particular agua residual en una planta de tratamiento depuradora, que tiene una cámara de reacción 2, en la que un material biodegradable presente en el agua 4, es al menos parcialmente biodegradado por los microorganismos 17 y una cámara de separación 3, en la que el material biodegradable 5 y los microorganismos 17, son al menos parcialmente separados del agua 4, una corriente de agua 6 que contiene microorganismos 17 y material biodegradable 5, que fluye desde la cámara de reacción 2, a la cámara de separación 3, se caracteriza porque una corriente de retorno 7, que contiene material biodegradable 5 y una porción de los microorganismos 17, fluye desde la cámara de separación 3, a la cámara de reacción 2 y la corriente de retorno 7, se somete a un tratamiento cuya intensidad es prefijada.

- 15 El procedimiento de la invención y la planta de tratamiento de la invención para llevar a cabo el procedimiento de la invención, se distinguen por una disminución del lodo de depuración producido y proporcionar un procedimiento particularmente económico para tratar agua.

20

**Lista de designaciones**

- 1 Planta de tratamiento
- 2 Cámara de reacción
- 3 Cámara de separación
- 25 4 Agua
- 5 Material
- 6 Corriente de agua
- 7 Corriente de retorno
- 8 Circuito
- 30 9 Tubería de alimentación
- 10 Tubería de retorno
- 11 Medios de medición
- 12 Punto de alimentación
- 13 Tubería adicional
- 35 14 Bomba
- 15 Unidad de control
- 16 Fragmentador
- 17 Microorganismos
- 18 Sensor
- 40 19 Entrada de agua residual
- 20 Salida de agua limpia
- 21 Salida de lodo residual
- 22 Dispositivo de tratamiento

23 Tubería de mezclamiento

24 Bomba



**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para tratar agua (4) en una planta de tratamiento (1), en particular agua residual en una planta de tratamiento depuradora, que tiene una cámara de reacción (2) en la que un material biodegradable (5) presente en el agua (4) es al menos parcialmente biodegradado por los microorganismos (17) y que tiene una cámara de separación (3) en la que el material biodegradable (5) y los microorganismos (17) son al menos parcialmente separados del agua (4), una corriente de agua (6) que contiene los microorganismos (17) y el material biodegradable (5) que fluye desde la cámara de reacción (2) a la cámara de separación (3),
- 5 que se caracteriza porque una corriente de retorno (7) que contiene el material biodegradable (5) y los microorganismos (17) fluye desde la cámara de separación (3) a la cámara de reacción (2) y la corriente de retorno (7) se somete a un tratamiento en el cual, una porción de los microorganismos (17) situada en la tubería de retorno (7) es destruida por un biocida, en particular por ozono, formando microorganismos muertos, preajustándose la intensidad del tratamiento para preajustar al menos una velocidad de alimentación del grupo:
- 10 -una primera velocidad de alimentación de los microorganismos vivos recirculados desde la cámara de separación (3) a la cámara de reacción (2),
- 15 -una segunda velocidad de alimentación de los microorganismos (17) muertos recirculados desde la cámara de separación (3) a la cámara de reacción (2),
- una tercera velocidad de alimentación del material biodegradable (5) recirculado desde la cámara de separación (3) a la cámara de reacción (2),
- 20 al menos una velocidad de alimentación del grupo que consiste en la primera velocidad de alimentación y la segunda velocidad de alimentación preajustada por una porción de los microorganismos (17) situada en la corriente de retorno (7) que se destruye.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, que se caracteriza porque al menos una velocidad de alimentación del grupo que consiste en la primera velocidad de alimentación, la segunda velocidad de alimentación y la tercera velocidad de alimentación, se controla en función de la concentración de los microorganismos vivos (17) situados en la cámara de reacción (2).
- 25 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza porque la concentración de ozono en la corriente de retorno (7) en un punto de alimentación (12) está entre 20 y 60 g/l, en particular entre 30 y 50 g/l, preferiblemente entre 40 y 44 g/l.
- 30 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza porque entre 5 y 30%, en particular entre 10 y 20%, de los microorganismos (17) retirados de la cámara de separación (3) y alimentados a la cámara de reacción (2) son destruidos.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza porque un caudal volumétrico del agua (4) a tratar se alimenta a la cámara de reacción (2) en una magnitud tal, que el agua (4) en la cámara de reacción (2) se intercambia en el curso de 2 a 6 días, en particular en el curso de 3 a 5 días.
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza porque la corriente de retorno es tal, que el agua (4) en la cámara de reacción (2) se intercambia en el curso de 0,5 a 4 días, en particular en el curso de 1 a 3 días.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza porque las estructuras de grupo y celulares presentes en la corriente de retorno (7) se fragmentan mecánica o químicamente.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza porque la corriente de retorno (7) se conduce a un circuito abierto (8) en el que se hace circular sólo una porción del agua que contiene el material biodegradable y los microorganismos, para aumentar el tiempo de residencia y destruir las estructuras celulares.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza porque en el depósito de reacción, el contenido de materia orgánica seca en el agua (4) se controla en 3 a 5 g/l.
- 45 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza porque en la cámara de separación (3), el contenido de material biodegradable (5) en el agua (4) se controla en 6 a 20 g/l promediado en el espacio.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza porque la cámara de separación (3) usada es un depósito de decantación y/o en la cámara de separación (3) se usa un sistema de membrana para separar el lodo y el agua.
- 50

12. Planta de tratamiento (1) para tratar agua (4), en particular una planta de tratamiento depuradora para agua residual, que tiene
- una cámara de reacción (2) para la biodegradación del material biodegradable (5) mediante los microorganismos (17), y
- 5
- una cámara de separación (3) para al menos la separación parcial del material biodegradable (5) y los microorganismos (17) del agua (4),
  - la cámara de reacción (2) y la cámara de separación (3) que se conectan a través de una tubería de alimentación (9) para el agua (4) que contiene los microorganismos (17) y material biodegradable (5), y
  - una tubería de retorno (10) para el material biodegradable (5) y los microorganismos (17),
- 10
- caracterizado por
- un dispositivo de tratamiento (22) para tratar una corriente de retorno (7) desde la cámara de separación (3) a la cámara de reacción (2); el dispositivo de tratamiento (22) que tiene un dispositivo de medición (11) para preajustar al menos una de las siguientes velocidades:
- 15
- una primera velocidad de alimentación de los microorganismos vivos recirculados desde la cámara de separación (3) a la cámara de reacción (2),
  - una segunda velocidad de alimentación de los microorganismos muertos (17) recirculados desde la cámara de separación (3) a la cámara de reacción (2),
  - una tercera velocidad de alimentación del material biodegradable (5) recirculado desde la cámara de separación (3) a la cámara de reacción (2),
- 20
- el dispositivo de medición (11) que comprende un punto de alimentación (12) para el biocida, en particular ozono, en la tubería de retorno (10,7).
13. Planta de tratamiento (1) según la reivindicación 12, que se caracteriza porque el punto de alimentación (12) comprende una bomba de vacío.
14. Planta de tratamiento (1) según las reivindicaciones 12 o 13, que se caracteriza porque el dispositivo de medición (11) comprende un sensor (18) para determinar al menos una concentración del grupo que consiste en la concentración de los microorganismos vivos (17) presentes en la cámara de reacción (2), la concentración de los microorganismos muertos presentes en la cámara de reacción (2) y la concentración del material orgánicamente biodegradable (5) presente en la cámara de reacción (2).
- 25
15. Planta de tratamiento (1) según las reivindicaciones 12 a 14, que se caracteriza porque al menos una tubería adicional (13) se conecta a través de ambos de sus extremos a la tubería de retorno (10).
- 30
16. Planta de tratamiento (1) según la reivindicación 15, que se caracteriza porque una bomba (14) para generar un circuito (12) está presente en la tubería adicional (13).
17. Planta de tratamiento (1) según una de las reivindicaciones 12 a 16, que se caracteriza porque la cámara de separación (3) es un depósito de decantación y/o la cámara de separación (3) tiene un sistema de membrana para separar el agua y el lodo.
- 35
18. Planta de tratamiento (1) según una de las reivindicaciones 12 a 17, que se caracteriza porque se proporciona un fragmentador mecánico (16) en la tubería de retorno (10).
19. Planta de tratamiento (1) según una de las reivindicaciones 12 a 18, que se caracteriza porque la capacidad de la cámara de reacción (2) es de al menos  $1.000 \text{ m}^3$ , en particular de al menos  $6.000 \text{ m}^3$ .

40

