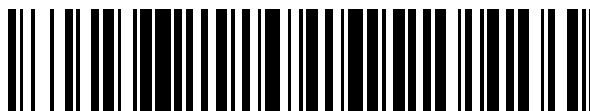


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 483 150**

51 Int. Cl.:

C02F 3/30 (2006.01)

C02F 11/12 (2006.01)

C02F 3/28 (2006.01)

C02F 101/16 (2006.01)

C02F 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2010 E 10002478 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 2366673**

54 Título: **Procedimiento para la purificación biológica de un agua residual que contiene amonio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.08.2014

73 Titular/es:

**DEMON GMBH (100.0%)
Rietwiesstrasse 39
8737 Gommiswald , CH**

72 Inventor/es:

NYHUIS, GEERT, DR.-ING.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 483 150 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 la purificación biológica de un agua residual que contiene amonio

5 El invento se refiere a un procedimiento para la purificación biológica de un agua residual fría que contiene amonio, en particular entre 7 y 25 °C en una cuba de aireación, en cuyo procedimiento el amonio (NH_4) que está contenido en el agua residual, en el caso de una concentración de nitrógeno preestablecida, es convertido químicamente en nitrógeno elemental (N_2), y un lodo en exceso que ha resultado durante la conversión química, es aportado por lo menos parcialmente a una putrefacción del lodo, durante la cual las sustancias orgánicas constituyentes del lodo se transforman en un gas, siendo aportado el lodo a continuación a una deshidratación del lodo, y el agua con lodo caliente que tiene un alto contenido de nitrógeno, que ha sido separada del lodo, que tiene en particular una
10 concentración de nitrógeno de 500 a 2.000 mg/l y una temperatura de aproximadamente 25 bis 39 °C, es aportada a continuación a una cuba de desamonificación, en la que los compuestos nitrogenados (NH_4 , nitrógeno orgánico) que están contenidos en el agua con lodo son transformados por desamonificación en nitrógeno elemental (N_2).

15 En el caso de un procedimiento del tipo mencionado al comienzo, que ya se ha llevado a cabo en la práctica, un agua residual urbana con unas partes más o menos grandes de aguas residuales industriales, se purifica en una instalación que se compone de una cuba de clarificación previa, una cuba de aireación y una cuba de clarificación posterior. El agua residual que, según sea la época del año, tiene una temperatura de 7 a 25 °C y una concentración de nitrógeno de aproximadamente 30 a 70 mg/l, después de una primera purificación mecánica, que se compone de una instalación de rejillas y de una cuba de clarificación previa, es introducida en una cuba de aireación.

20 En la cuba de aireación tiene lugar la purificación biológica propiamente dicha del agua residual. En este caso, los compuestos nitrogenados combinados en el agua residual, tales como amonio (NH_4), nitrito (NO_2) y nitrato (NO_3), se convierten por nitrificación/desnitrificación en nitrógeno elemental (N_2), el cual sale en forma gaseosa como producto final inocuo al aire del medio ambiente. Al realizar la nitrificación, el amonio es oxidado mediante el oxígeno, pasando por el producto intermedio nitrito, para formar nitrato. Al realizar la subsiguiente desnitrificación, el nitrato es reducido en una primera etapa de reducción para formar nitrito y en una segunda etapa de reducción para formar nitrógeno.
25

La nitrificación/desnitrificación biológica tiene la desventaja de una alta demanda de oxígeno y por consiguiente de un alto consumo de energía. Por lo demás, en el caso de la desnitrificación se consume carbono orgánico, lo cual repercute desventajosamente sobre el ulterior proceso de purificación y sobre las propiedades del lodo.

30 Después de la purificación biológica del agua residual en la cuba de aireación, la mezcla de agua residual y lodo es conducida a la cuba de clarificación posterior de la instalación, en la que el agua es separada del lodo, siendo el agua que se ha separado retirada desde la cuba de clarificación posterior y evacuada, y siendo devuelto el lodo parcialmente como un lodo de devolución a la cuba de aireación y siendo aportado parcialmente como lodo en exceso a un recipiente de putrefacción. En el recipiente de putrefacción o durante el transporte hasta el recipiente de putrefacción, el lodo es calentado a una temperatura de aproximadamente 40 °C. Durante la putrefacción del lodo, las sustancias orgánicas constituyentes del lodo en exceso procedente de la cuba de clarificación posterior y del lodo retirado del agua residual en la cuba de clarificación previa, son transformadas en un gas (metano). El nitrógeno contenido permanece en el lodo, en el que ahora se presenta una alta concentración de nitrógeno, que típicamente es de 500 a 2.000 mg/l. Este lodo que tiene un alto contenido de nitrógeno es aportado, después de la putrefacción del lodo en el recipiente de putrefacción, a una disposición destinada a la deshidratación del lodo, por ejemplo a una centrifugadora. La fase acuosa, después de la deshidratación del lodo, contiene el nitrógeno y tiene una temperatura de aproximadamente 25 a 39 °C. El agua con lodo caliente, que tiene un alto contenido de nitrógeno, es aportada a continuación a una cuba de desamonificación, mientras que el lodo, que ha sido separado del agua con lodo, es evacuado como desecho.
35

40 En la cuba de desamonificación, los compuestos nitrogenados (NH_4 , nitrógeno orgánico), que están contenidos en el agua con lodo, son transformados por desamonificación en nitrógeno elemental (N_2) que sale en forma gaseosa al aire del medio ambiente. El lodo en exceso, que ha resultado al realizar la desamonificación, es a continuación aportado a un tratamiento del lodo.
45

La desamonificación es un procedimiento eficiente para la eliminación biológica de nitrógeno, en particular para la purificación de unas aguas residuales que tienen altas concentraciones de amonio. En la desamonificación biológica con una biomasa suspendida participan dos grupos de bacterias, por un lado las bacterias que oxidan al amonio aerobiamente (AOB), las cuales convierten químicamente al amonio en nitrito, y por otro lado las bacterias que producen nitrógeno elemental y que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX), en particular Planctomicetos, que consuman esta etapa con ayuda del nitrito precedentemente producido.
50

- Las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (AOB) producen, referido al grado de conversión del material, 10 veces más cantidad de nueva masa bacteriana que las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX). El periodo de tiempo de permanencia del lodo en el sistema de tratamiento del lodo debe por lo tanto ser por lo menos tan largo que puedan enriquecerse las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX), las cuales crecen lentamente.
- 5 Frente a la nitrificación/desnitrificación, en el caso de la desamonificación solamente se necesita solamente la mitad del oxígeno o respectivamente se divide a la mitad el consumo de energía para la eliminación de nitrógeno. La desamonificación es un proceso autótrofo, en el que no se necesita nada de carbono orgánico. Por consiguiente, el restante proceso de purificación es más estable.
- 10 Unos procedimientos para la desamonificación biológica en una sola etapa o respectivamente en dos etapas ya son conocidos a partir de los documentos de solicitud de patente internacional WO 2007/033393 A1, de patente europea EP 0 327 184 B1 y de solicitud de patente internacional WO 00/05176 A1.
- Se manifiestan como desventajosos en el caso de la desamonificación, en particular, los períodos de tiempo de generación, esencialmente más largos, de las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX), que son más largos en un factor de 10 a 15, que los de las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (AOB). De esta manera se puede formar un sistema estable solamente cuando el período de tiempo de permanencia del lodo o respectivamente de las bacterias en la cuba sea suficientemente largo. Esto condiciona a su vez grandes volúmenes de reacción y unas cubas correspondientemente estructuradas.
- 15 Por lo demás, una temperatura suficientemente alta (> 25 °C) de las aguas residuales es una base para el crecimiento de las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX) a la escala técnica. El calentamiento del agua residual es, sin embargo, muy costoso desde el punto de vista energético, por lo cual los procedimientos descritos no se pueden emplear o respectivamente realizar de una manera rentable en el caso de unas aguas residuales a bajas temperaturas.
- 20 Además de ello, se manifiesta como desventajosa la presencia de aquellos grupos de bacterias que transforman al nitrito formado, en condiciones aerobias, en nitrato (NOB). Este grupo de bacterias tiene, en comparación con las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX), unos períodos de tiempo de generación más cortos por el factor 10.
- 25 Por los motivos mencionados, el uso de la desamonificación está restringido a unas corrientes de aguas residuales calientes, que al mismo tiempo tienen una alta concentración de nitrógeno. El uso de la desamonificación en el caso de aguas residuales frías con unas bajas concentraciones de nitrógeno, exigiría unos muy grandes volúmenes de reacción, que no son convenientes desde un punto de vista económico. Las instalaciones de nitrificación convencionales necesitan ya un volumen de las cubas, que típicamente debe de asegurar una edad del lodo de 15 a 20 días. Para el uso de la desamonificación, estos volúmenes de las cubas deberían ser aumentados de nuevo por el factor de 10 a 15.
- 30 Además de ello, a partir del documento EP 0 503 546 B1 se conoce un procedimiento para la purificación de aguas residuales por nitrificación/desnitrificación, en el cual dentro de un recipiente colector se cultiva una población de agentes nitrificantes activos en cuanto al metabolismo, desde el que, de un modo continuo o a ciertos intervalos de tiempo, la biomasa se transfiere a una etapa de purificación biológica, conduciéndose al recipiente colector una corriente de sustancias cargada de retorno con una alta carga de nitrógeno.
- 35 El invento se basa en la misión de poner a disposición un procedimiento mejorado y realizable de una manera rentable para la purificación de un agua residual que contiene amonio, en particular de un agua residual fría con una temperatura situada por debajo de 25 °C.
- 40 El problema planteado por esta misión se resuelve conforme al invento con un procedimiento de acuerdo con las características de la reivindicación 1. La ejecución ulterior del procedimiento se puede deducir de las reivindicaciones secundarias.
- 45 Conforme al invento, por lo tanto, está previsto un procedimiento, en el que un lodo en exceso que ha resultado al realizar la desamonificación del agua con lodo, se aporta a la cuba de aireación y en la cuba de aireación se ajusta una baja concentración de nitrógeno, más pequeña que 1,0 mg/l, de manera tal que el amonio (NH₄) que está contenido en el agua residual, es primeramente convertido en nitrito (NO₂) mediante unas bacterias que oxidan aerobiamente (AOB) y a continuación, mediante unas bacterias que oxidan anaerobiamente (ANAMMOX), en particular Planctomicetos, el amonio (NH₄) y el nitrito (NO₂) son convertidos en nitrógeno elemental (NO₂), siendo separado el lodo en exceso, que ha resultado al realizar esta desamonificación en la cuba de aireación, antes de la aportación a la putrefacción del lodo, en una fase de lodo pesada, que contiene en su mayor parte las bacterias que oxidan anaerobiamente al amonio (NH₄) (ANAMMOX) y en una fase de lodo ligera, siendo devuelta la fase de lodo
- 50

pesada a la cuba de aireación y siendo aportada la fase de lodo ligera como lodo en exceso a la putrefacción del lodo.

Por medio de la introducción del lodo en exceso procedente de la cuba de desamonificación en la cuba de aireación y de la simultánea limitación de la concentración de nitrógeno a un valor por debajo de 1,0 mg/l se hace posible por primera vez un uso de la desamonificación también en el caso de aguas residuales urbanas y/o industriales en la cuba de aireación a pesar de la baja temperatura de las aguas residuales y de la baja concentración de nitrógeno. La cuba de desamonificación actúa en el caso del procedimiento conforme al invento igual que una cuba de crianza y cultivación para las bacterias, en particular para los Planctomicetos, que se necesitan en la cuba de aireación en el caso de la desamonificación. De este modo se resuelve la problemática de las bajas velocidades de crecimiento como consecuencia de las bajas temperaturas de las aguas residuales en la cuba de aireación. Por lo demás, mediante el ajuste del bajo nivel de oxígeno en la cuba de aireación, se impide una inhibición de los Planctomicetos.

Por lo demás, el uso de la desamonificación en la cuba de aireación es favorecido por el hecho de que el lodo en exceso procedente de la cuba de aireación, que ha resultado al realizar la desamonificación, es separado a continuación en una fase de lodo pesada, que contiene en su mayor parte las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX), y en una fase de lodo ligera, y la fase pesada es devuelta a la cuba de aireación.

Mediante el hecho de que los Planctomicetos no aparecen en el conjunto de flóculos y tienen una densidad más alta, el lodo en exceso puede ser separado en una fase pesada y en otra ligera. Los Planctomicetos crecen muy densamente con una densidad de aproximadamente 10^{10} bacterias/ml. Mediante la aportación de la fase ligera a la putrefacción del lodo y la devolución de la fase pesada a la cuba se puede enriquecer el grupo que crece lentamente de las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX) en la cuba de aireación. La proporción de las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX), que constituye por ejemplo menos que un 10 % de la biomasa en un sistema de un solo lodo para la pura eliminación del nitrógeno, p.ej. para el tratamiento de aguas residuales con altas concentraciones de nitrógeno con una retirada inespecífica del lodo en exceso, mediante la separación de este lodo en exceso o respectivamente mediante la devolución de los Planctomicetos a la cuba de aireación se puede aumentar hasta por encima de un 30 %. De esta manera, el volumen de reacción de la cuba se puede empequeñecer correspondientemente y se puede aumentar la estabilidad del proceso en la instalación. Las sustancias constitutivas de las aguas residuales que son más pesadas que los Planctomicetos, deben de ser separadas delante de la cuba de aireación, puesto que ellas, en caso contrario, asimismo se enriquecerían en el sistema. Una separación de este tipo se realiza en una cuba de clarificación previa o en una cuba de sedimentación, que puede ser dimensionada con un tamaño pequeño a causa de la alta velocidad de deposición de los Planctomicetos. La instalación para la purificación del agua residual puede ser ejecutada como una instalación de una sola cuba y de una sola etapa o como una instalación de múltiples cubas.

La temperatura del agua residual, que influye sobre la existencia o respectivamente sobre el crecimiento de las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX), por medio del procedimiento conforme al invento ya no tiene una importancia decisiva, de manera tal que la desamonificación se puede usar todavía de manera eficaz y con seguridad en el proceso también en el caso de unas aguas residuales que tienen una temperatura de aproximadamente 7 °C.

La temperatura influye sobre todas las bacterias más o menos de igual manera (aproximadamente una duplicación de la velocidad de conversión por cada 10 °C de elevación de la temperatura). No obstante, en el caso de una desamonificación convencional en una instalación de una sola cuba a unas bajas temperaturas sería necesario un volumen de la cuba tan grande que ya no sería rentable la realización de la desamonificación.

Mediante la devolución de la fase pesada del lodo en exceso procedente de la cuba de aireación y la simultánea aportación del lodo en exceso procedente de la cuba de desamonificación del tratamiento de lodos, a la cuba de aireación se pone a disposición una posibilidad de usar la desamonificación también en el caso de aguas residuales frías con bajas concentraciones de nitrógeno, sin tener que aumentar la magnitud de los volúmenes de las cubas. Al mismo tiempo, por el hecho de que para la conversión química de los compuestos nitrogenados del agua residual, en el caso de la desamonificación no se necesita nada de carbono orgánico, se pone a disposición un procedimiento en el que es posible una eliminación del nitrógeno, en particular una eliminación de nitrato (desnitrificación) en el caso de un bajo contenido de carbono orgánico. Por lo demás, se establece un considerable potencial de ahorro de energía en el caso de la aireación del agua residual en la cuba de aireación, puesto que en el caso del procedimiento conforme al invento se ajusta una concentración de oxígeno situada por debajo de 1,0 mg/l, mientras que en el caso de la nitrificación/desnitrificación convencional en las instalaciones habituales se tiene que poner a disposición una concentración de oxígeno de hasta 3,0 mg/l.

Por medio de la devolución de la fase pesada y del enriquecimiento vinculado con ella, también las proporciones de las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX) a las bacterias que forman el nitrato (NOB) se desplazan en favor de las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX). De esta manera, el proceso se desplaza desde la nitrificación/desnitrificación cada vez más hacia la desamonificación.

Después de la desamonificación del agua con lodo, que tiene un alto contenido de nitrógeno, procedente del tratamiento del lodo o respectivamente de la putrefacción del lodo, ésta es separada, por ejemplo por sedimentación, en una fase acuosa (agua con lodo) y en una fase de lodo (lodo en exceso). Puesto que la fase acuosa todavía contiene residuos de amonio y nitrito, esto se manifiesta como especialmente favorable para el medio ambiente cuando el agua con lodo (fase acuosa), purificada por desamonificación en la cuba de desamonificación, sea aportada, después de la separación del lodo, asimismo a la cuba de aireación.

Desde puntos de vista económicos esto se manifiesta como especialmente ventajoso cuando el lodo en exceso que ha resultado en la cuba de desamonificación al realizar la desamonificación y el agua con lodo purificada se aportan en forma de una suspensión a la cuba de aireación. De esta manera se necesita solamente una conducción para la aportación de la suspensión.

La instalación puede estar estructurada como una instalación de una sola cuba o como una instalación de múltiples cubas. En el caso de una estructuración como una instalación de múltiples cubas, está previsto de una manera ventajosa que el agua residual, después de la desamonificación en la cuba de aireación, sea aportada a una cuba de clarificación posterior, siendo aportado el lodo que se sedimenta en la cuba de clarificación posterior, parcialmente como lodo de devolución a la cuba de aireación y parcialmente como lodo en exceso a la putrefacción del lodo.

De manera alternativa o adicional, el agua residual, antes de su introducción en la cuba de aireación, puede ser purificada en una cuba de clarificación previa, siendo aportado un lodo procedente de la clarificación previa, en común con un lodo en exceso procedente de la cuba de aireación o de la cuba de clarificación posterior, a la putrefacción del lodo.

Un perfeccionamiento especialmente ventajoso del procedimiento conforme al invento se proporciona también mediante el hecho de que la separación del lodo en exceso, que ha resultado a partir de la desamonificación del agua residual en la cuba de aireación, en una fase de lodo pesada y en una fase de lodo ligera, se lleva a cabo en un hidrociclón. Mediante un hidrociclón, también denominado separador por fuerza centrífuga, el lodo en exceso se puede separar de una manera especialmente rápida y segura en cuanto al proceso, en una fase pesada, que es aportada a través de un desbordamiento inferior del ciclón a la cuba, y en una fase ligera, que es retirada a través del desbordamiento superior fuera del sistema.

En una variante alternativa del procedimiento conforme al invento, está previsto que la separación del lodo en exceso, que ha resultado a partir de la desamonificación del agua residual en la cuba de aireación, en una fase de lodo pesada y en una fase de lodo ligera, se lleve a cabo en una centrifugadora. Una centrifugadora separa el lodo en exceso mediando aprovechamiento de la inercia de las masas. La fracción de lodo pesada que tiene la más alta densidad se desplaza, a causa de su inercia, hacia fuera y empuja a la fracción de lodo más ligera que tiene la más baja densidad, hasta el centro de la centrifugadora.

Por lo demás, es posible que la separación del lodo en exceso, que ha resultado a partir de la desamonificación del agua residual en la cuba de aireación, en una fase de lodo pesada y una fase de lodo ligera, se efectúe por sedimentación. En este caso, la separación del lodo en exceso en una fase pesada y en otra ligera se efectúa bajo la influencia de la fuerza de la gravedad.

El invento permite diferentes formas de ejecución. Para dar una explicación adicional, el procedimiento conforme al invento se describe con ayuda del dibujo.

Éste muestra en la única Figura una instalación 1 para la purificación biológica de un agua residual que contiene amonio, en una representación sistemática simplificada. En la instalación 1, que se compone de una cuba de clarificación previa 2, una cuba de aireación 3 y una cuba de clarificación posterior 4, es purificada un agua residual urbana con unas partes más o menos grandes de aguas residuales industriales. El agua residual que, dependiendo de la estación del año, tiene una temperatura de aproximadamente 7 a 25 °C y una concentración de nitrógeno de aproximadamente 20 a 100 mg/l, después de una primera parte de purificación mecánica, que se compone de una instalación de rejillas 5 y de la cuba de clarificación previa 2, es introducida en una cuba de aireación 3 (flecha 6).

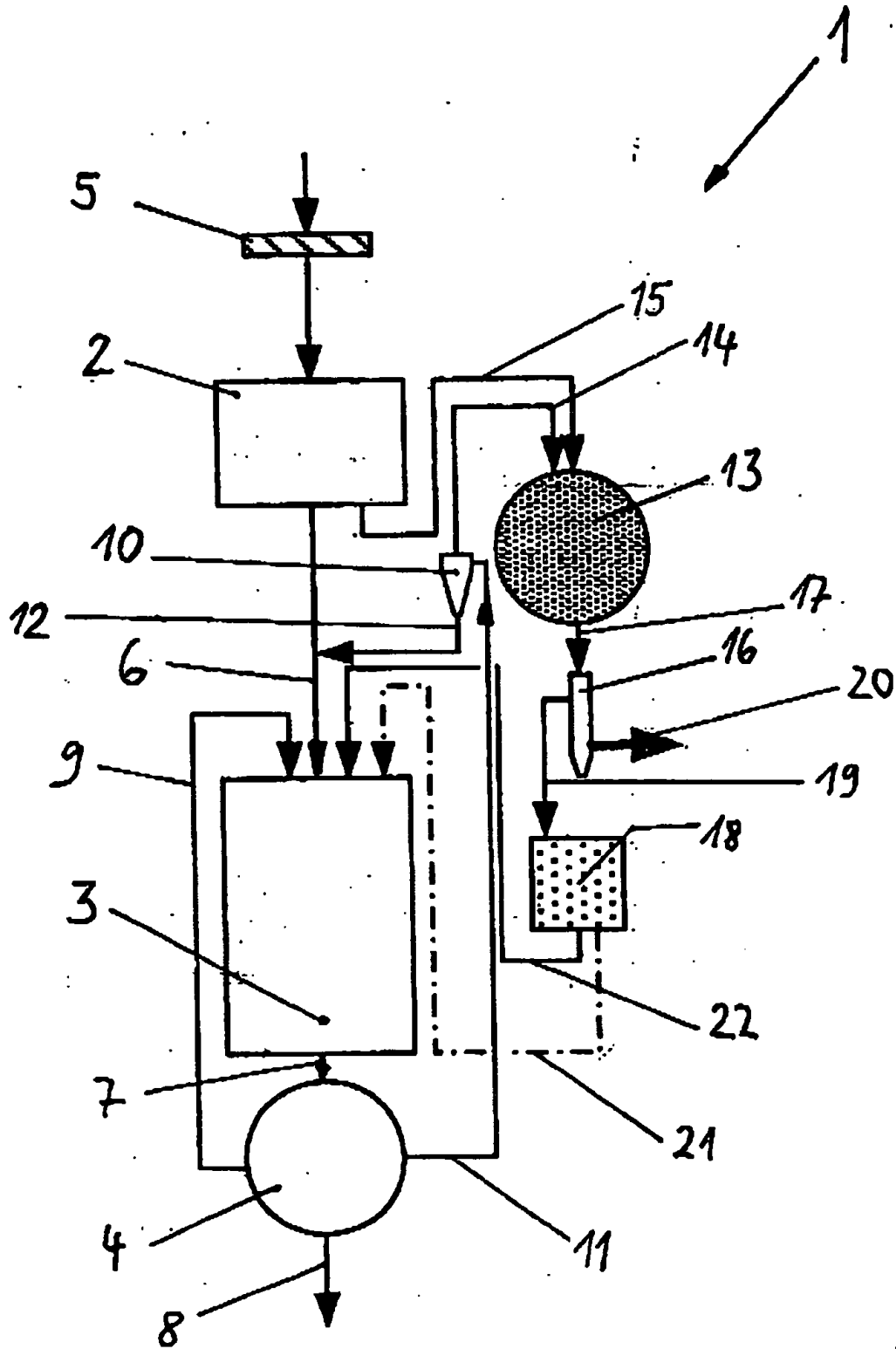
En la cuba de aireación 3 tiene lugar la purificación biológica propiamente dicha del agua residual. Mediante una disposición de aireación, no representada en la Figura, en la cuba de aireación 3, en el agua residual se ajusta una concentración de nitrógeno de por debajo de 1,0 mg/l y los compuestos nitrogenados contenidos en el agua residual son convertidos por lo menos parcialmente por desamonificación en nitrógeno elemental (N₂), que sale en forma gaseosa en el aire del medio ambiente como un producto final inocuo.

Después de la purificación biológica del agua residual en la cuba de aireación 3, la mezcla de agua residual y lodo es aportada a la cuba de clarificación 4 de la instalación 1 (flecha 7), en la que el lodo se sedimenta desde el agua. El agua es retirada desde la cuba de clarificación posterior 4 y es conducida al emisario no representado

- 5 adicionalmente en la Figura (flecha 8). El lodo es devuelto parcialmente como lodo de devolución a la cuba de aireación 3 (flecha 9) y es aportado parcialmente como lodo en exceso a un dispositivo de separación a un dispositivo de separación (flecha 11) estructurado como un hidrociclón 10. En el hidrociclón 10, el lodo en exceso que ha resultado en la cuba de aireación 3, es separado en una fase de lodo pesada, que contiene en su mayor parte las bacterias que oxidan al amonio anaerobiamente (ANAMMOX), y en una fase de lodo ligera, siendo devuelta la fase de lodo pesada a la cuba de aireación 3 (flecha 12). La fase de lodo ligera es aportada como lodo en exceso a la putrefacción del lodo o respectivamente a un recipiente de putrefacción 13 (flecha 14), siendo introducido en el recipiente de putrefacción 13 también el lodo extraído del agua residual en la cuba de clarificación previa 2 (flecha 15).
- 10 El lodo es calentado a una temperatura de aproximadamente 35 hasta 40 °C en el recipiente de putrefacción 13 y/o durante el transporte hacia el recipiente de putrefacción 12. Durante la putrefacción del lodo en el recipiente de putrefacción 13, las sustancias orgánicas, contenidas en el lodo en exceso procedente de la cuba de clarificación posterior 4 y en el lodo que ha sido extraído del agua residual en la cuba de clarificación previa 2 son transformadas en un gas (metano). El nitrógeno que está contenido permanece en el lodo, y ahora se presenta en una alta
- 15 concentración que típicamente es de 500 a 2.000 mg/l. Este lodo que tiene un alto contenido de nitrógeno es aportado, después de la putrefacción del lodo en el recipiente de putrefacción 13, a una disposición de deshidratación del lodo 16, por ejemplo a una centrifugadora (flecha 17) y es deshidratado. La fase acuosa, después de la deshidratación del lodo, contiene el nitrógeno y tiene una temperatura de aproximadamente 25 a 39 °C. El agua con lodo caliente, que tiene un alto contenido de nitrógeno, es aportada a continuación a una cuba de
- 20 desamonificación 18 (flecha 19), mientras que el lodo que se ha separado del agua con lodo es evacuado (flecha 20).
- 25 En la cuba de desamonificación 18 los compuestos nitrogenados (NH_4 , nitrógeno orgánico) que están contenidos en el agua con lodo son transformados por desamonificación en nitrógeno elemental (N_2), que sale en forma gaseosa en el aire del medio ambiente. El lodo del exceso que ha resultado al realizar la desamonificación, es conducido a continuación a la cuba de aireación 3 (flecha 21). Puesto que el agua con lodo purificada, también después de la desamonificación contiene todavía residuos de amonio y nitrito, también el agua con lodo procedente de la cuba de desamonificación 18 es aportada a la cuba de aireación 3 (flecha 22).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la purificación biológica de un agua residual fría que contiene amonio, en particular entre 7 y 25 °C, en una cuba de aireación (3), en la que el amonio (NH₄) contenido en el agua residual es convertido en el caso de una concentración de oxígeno previamente establecida, en nitrógeno elemental (N₂), y un lodo de exceso que ha resultado al realizar la conversión química es aportado por lo menos parcialmente a una putrefacción del lodo, durante la cual las sustancias orgánicas constituyentes del lodo son transformadas en un gas, siendo aportado el lodo a continuación a una deshidratación del lodo y siendo aportada a continuación el agua con lodo con alto contenido de nitrógeno y caliente, separada del lodo, que tiene en particular una concentración de nitrógeno de 500 a 2.000 mg/l y una temperatura de aproximadamente 25 a 39 °C, a una cuba de desamonificación (18), en la cual los compuestos nitrogenados (NH₄, nitrógeno orgánico) contenidos en el agua con lodo son transformados por desamonificación en nitrógeno elemental (N₂), **caracterizado por que** un lodo en exceso, que ha resultado al realizar la desamonificación del agua con lodo, es aportado a la cuba de aireación (3), y en la cuba de aireación (3) se ajusta una baja concentración de nitrógeno, más pequeña que 1,0 mg/l, de manera tal que el amonio (NH₄) contenido en el agua residual, es convertido químicamente en primer lugar, mediante unas bacterias que oxidan aerobiamente (AOB), en nitrito (NO₂), y a continuación, mediante unas bacterias que oxidan anaerobiamente (ANAMMOX), en particular Planctomicetos, el amonio (NH₄) y el nitrito (NO₂) son convertidos químicamente en nitrógeno elemental (N₂), siendo separado el lodo en exceso, que ha resultado en la cuba de aireación (3) al realizar esta desamonificación, antes de la aportación a la putrefacción del lodo, en una fase de lodo pesada, que contiene en su mayor parte las bacterias que oxidan al amonio (NH₄) anaerobiamente (ANAMMOX) y en una fase de lodo ligera, siendo devuelta la fase de lodo pesada a la cuba de aireación (3) y siendo aportada la fase de lodo ligera como lodo en exceso a la putrefacción del lodo.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el agua con lodo purificada por desamonificación en la cuba de desamonificación (18), es aportada a la cuba de aireación (3) después de la separación del lodo.
3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado por que** el lodo en exceso que ha resultado al realizar la desamonificación en la cuba de desamonificación (18) y el agua con lodo purificada se aportan en forma de una suspensión a la cuba de aireación (3).
4. Procedimiento de acuerdo con por lo menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el agua residual, después de la desamonificación en la cuba de aireación (3), es aportada a una cuba de clarificación posterior (4), siendo devuelto el lodo que se sedimenta en la cuba de clarificación posterior (4) parcialmente como lodo de devolución a la cuba de aireación (3) y siendo aportado parcialmente como lodo en exceso a la putrefacción del lodo.
5. Procedimiento de acuerdo con por lo menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el agua residual, antes de la introducción en la cuba de aireación (3) es purificada en una cuba de clarificación previa (2), y un lodo de clarificación previa, en común con el lodo en exceso procedente de la cuba de aireación (3) o de la cuba de clarificación posterior (4), es aportado a la putrefacción del lodo.
6. Procedimiento de acuerdo con por lo menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la separación del lodo en exceso, que ha resultado a partir de la desamonificación del agua residual en la cuba de aireación (3), en una fase de lodo pesada y en una fase de lodo ligera, se lleva a cabo en un hidrociclón (10).
7. Procedimiento de acuerdo con por lo menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la separación del lodo en exceso, que ha resultado a partir de la desamonificación del agua residual en la cuba de aireación (3), en una fase de lodo pesada y en una fase de lodo ligera, se lleva a cabo en una centrifugadora.
8. Procedimiento de acuerdo con por lo menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la separación del lodo en exceso, que ha resultado a partir de la desamonificación del agua residual en la cuba de aireación (3), en una fase de lodo pesada y en una fase de lodo ligera, se efectúa por sedimentación.



Figura