



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 270 866**

(51) Int. Cl.:
C02F 11/00 (2006.01)
C02F 1/78 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **00958517 .5**
(86) Fecha de presentación : **31.08.2000**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1230175**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **14.08.2002**

(54) Título: **Procedimiento para el tratamiento de aguas residuales en una instalación biológica de depuración y dispositivo adecuado para ello.**

(30) Prioridad: **03.09.1999 DE 199 42 184**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2007

(73) Titular/es: **WEDECO Umwelttechnologie GmbH**
Boschstrasse 6
32051 Herford, DE

(72) Inventor/es: **Hermans, Monica;**
Dietrich, Anja-Maria;
Ried, Achim y
Peters, Birgit

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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 el tratamiento de aguas residuales en una instalación biológica de depuración y dispositivo adecuado para ello.

La presente invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de aguas residuales en una instalación biológica de depuración, sometiendo las aguas residuales en una etapa biológica de tratamiento, a un metabolismo bacteriano, retirando a continuación en una etapa de separación, aguas residuales depuradas, del lodo, alimentando una etapa de espesamiento, y sometiendo al menos una parte del lodo procedente de la etapa de separación o de la etapa de espesamiento, como lodo de reciclaje, a un tratamiento oxidante con ozono, y alimentándolo de nuevo, al menos parcialmente, a la etapa biológica de tratamiento.

La invención se refiere, además, a un dispositivo para el tratamiento de aguas residuales en una instalación biológica de depuración, con un reactor biológico para la recepción y tratamiento biológico de aguas residuales, con un dispositivo separador para una segregación de aguas residuales depuradas, del lodo, con un dispositivo espesador para el espesamiento del lodo, con un desagüe para el lodo de reciclaje, procedente del dispositivo separador o del dispositivo espesador, y con una instalación de tratamiento con ozono, mediante la cual se somete al menos una parte del lodo de reciclaje, a un tratamiento oxidante con ozono, y que presenta un dispositivo de entrada para una introducción de gas con ozono en el lodo de reciclaje.

En el tratamiento microbiano de aguas residuales en instalaciones comunales o industriales de depuración, una gran parte de los desechos que pueden descomponerse biológicamente, se producen como el llamado lodo excedente (lodo activado). El almacenamiento y eliminación de lodo activado es costoso y caro. Ciertamente, el volumen de lodo activado puede reducirse mediante descomposición bacteriana, no obstante, las células orgánicas contenidas en los lodos activados, ofrecen frecuentemente una base desfavorable para el metabolismo bacteriano, puesto que están rodeadas por membranas celulares y paredes celulares de difícil descomposición. Destruyendo estas paredes celulares puede elevarse la tasa de descomposición, lo cual puede provocarse mecánica, químicamente, o por descomposición térmica.

El documento EP-A1 645 347, por el que se conocen un procedimiento y un dispositivo del género citado en el preámbulo, se refiere a la reducción del volumen del lodo activado por tratamiento parcial con ozono del lodo de reciclaje (en lo sucesivo designado como "ozonización"), con descomposición biológica inmediatamente posterior del lodo disgregado en una etapa biológica de una instalación de depuración. Las aguas residuales a limpiar se someten en piletas de activación de una instalación de depuración, a un tratamiento bacteriano, y a continuación se alimentan a una pileta de depuración final. En la pileta de depuración final se lleva a cabo una separación de la fase acuosa, del lodo del que una parte se evacua como "lodo excedente", y una parte se alimenta de nuevo a la pileta de activación como "lodo de reciclaje". En el desvío a la tubería de lodo de reciclaje, se trata con ozono una corriente parcial del lodo de reciclaje. Para ello, esta corriente parcial se bombea a un depósito de ozonización en cuyo fondo está previsto un dispositivo de absorción de gas para ozono. A través de un

desagüe en el fondo del depósito se devuelve el líquido así tratado, con ozono, a la pileta de activación. El ozono consumido abandona el depósito de ozonización por una tubería de escape de gas.

Mediante la ozonización del lodo de reciclaje, se disgregan las células orgánicas, y se accede al interior de la célula. Esto conduce a una elevación de la oferta de sustancias nutritivas en la etapa biológica, en la que se descomponen las sustancias nutritivas adicionales con la disgregación de la célula. Así se puede reducir el volumen del lodo excedente. En este procedimiento, el suministro de ozono representa un factor esencial de los costes. Para la mejora del grado de aprovechamiento del ozono empleado, en el documento EP-A1 645 347 se propone rebajar el valor del pH del lodo de reciclaje, antes de la ozonización, a un valor por debajo de 5. Con este fin, en el dispositivo conocido está prevista una alimentación de ácido, antes del depósito de ozonización. Ciertamente esta medida puede conducir a un consumo más intenso del ozono, pero exige una neutralización posterior del lodo de reciclaje al valor óptimo del pH para los microorganismos en la pileta de activación, que normalmente está situado en la gama de 7. Además, en el procedimiento conocido, antes o después del tratamiento con ozono, el lodo de reciclaje se somete a un tratamiento térmico en la gama entre 50°C y 100°C. Gracias a estas medidas adicionales que se realizan varias veces sucesivamente, el procedimiento conocido se encarece. Además se ha mostrado que por la ozonización puede aparecer una formación intensificada de espuma, que se considera como desventajosa.

Los documentos EP 0 903 325 A1 y EP 0 881 195 A1, hacen público procedimientos para el tratamiento con ozono de lodos activados, teniendo lugar simultáneamente y en el mismo lugar, para el aumento de la tasa de introducción de ozono, la introducción de ozono y la aplicación con sobrepresión.

El documento EP 0 924 168 hace público un procedimiento y un dispositivo para la reducción de lodo en un sistema aerobio de tratamiento de aguas residuales, en el que está previsto un tratamiento con ozono de un lodo concentrado, en un dispositivo espesador.

La misión de la invención se basa en indicar un procedimiento sencillo y barato para la reducción del volumen de lodos orgánicos por ozonización con un alto grado de aprovechamiento para el ozono empleado, así como facilitar un dispositivo apropiado para la realización del procedimiento.

Esta misión se resuelve mediante un procedimiento con las notas características de la reivindicación 1, ó mediante un dispositivo con las notas características de la reivindicación 11.

El tratamiento con ozono incluye una introducción de un gas con ozono en el lodo de reciclaje a tratar. En la fase de tratamiento a presión, el lodo de reciclaje con ozono, se expone a una sobrepresión. El establecimiento de la presión para el tratamiento a presión del lodo de reciclaje con ozono, se lleva a cabo por una parte, introduciendo oxígeno a través de la tubería para el establecimiento de la presión, en el depósito de desgasificación y, por otra parte, mediante la alimentación del lodo de reciclaje a la instalación de ozonización. Gracias a la sobrepresión se eleva la presión del ozono en la fase gaseosa, por encima del lodo de reciclaje a tratar. Esto conduce a una mayor absorción del ozono en el lodo de reciclaje y, por tanto,

acompaña a un consumo más intenso del ozono. Con ello se obtiene un alto grado de aprovechamiento para el ozono empleado. No es necesaria una reducción del valor del pH en el lodo de reciclaje con ozono, como la propuesta en el procedimiento genérico, pero puede tomarse en consideración como medida adicional. No es necesario un tratamiento térmico en el marco de la ozonización.

Otro efecto favorable del tratamiento con ozono según la invención, consiste en que el tratamiento con sobrepresión del lodo ozonizado de reciclaje, reduce la tendencia a la formación de espuma.

Para el tratamiento con ozono del lodo de reciclaje, puede emplearse como gas con ozono, por ejemplo, aire con ozono, o una mezcla ozono-oxígeno. Por sobrepresión en el sentido de esta invención, se entiende una presión superior a la presión atmosférica. Todo el lodo de reciclaje, o una parte de él, se alimenta al tratamiento con ozono.

El efecto del consumo mejorado de ozono por el tratamiento a presión, es tanto más pronunciado, cuanto mayor se ajuste la sobrepresión durante la fase de tratamiento a presión, y cuanto más tiempo dure esta fase. En fases de tratamiento con una duración entre 0,5 minutos y 2 horas, de preferencia entre 5 minutos y 1 hora, se ha demostrado como favorable una sobrepresión entre 0,3 y 10 bares, de preferencia entre 0,5 y 2 bares. En caso de un procedimiento continuo los lapsos de tiempo indicados para el tratamiento a presión, se refieren al tiempo de circulación del lodo de reciclaje a tratar. Para una sobrepresión por debajo del límite inferior de presión indicado, es pequeño el efecto arriba descrito sobre el consumo de ozono -en especial, en unión con fases breves de tratamiento-. Para la producción y mantenimiento de una presión por encima del límite superior citado, son necesarios aparatos costosos.

El tratamiento con ozono bajo sobrepresión, provoca una cierta desinfección; se reduce claramente la cantidad de gérmenes fecales. Además, no se observó ninguna, o poca formación de clámido bacterias. Y además, se produce una mejora del índice volumétrico del lodo y, por tanto, un ahorro adicional de precipitantes.

El lodo de reciclaje o una parte de él, se alimenta de nuevo a la etapa biológica de tratamiento. Aquí puede tratarse, por ejemplo, de la mezcla completa de lodo y de la porción disgregada por el ozono, de sustancias orgánicas disueltas (la llamada ("porción CSB")), o tan sólo de la porción disgregada por el ozono de sustancias orgánicas disueltas, o en cada caso de una parte de ella. Una parte del lodo de reciclaje tratado, puede eliminarse también como lodo excedente.

Como especialmente favorable se ha mostrado una forma del procedimiento, en la que en el lodo de reciclaje a tratar, se ajusta una dosis de ozono en la gama entre 0,01 y 0,2 g por gramo de sustancia orgánica seca (OTS), de preferencia en la gama entre 0,03 y 0,08 g por gramo de sustancia orgánica seca. La "sustancia orgánica seca" (OTS) se refiere a la masa del lodo de reciclaje tratado con ozono, antes del tratamiento con ozono (OTS según DIN). Sólo la absorción mejorada de ozono en el procedimiento según la invención, permite esta dosis -comparativamente alta- de ozono en el lodo de reciclaje, sin que, en lo esencial, se menoscabe por ello el grado de aprovechamiento del ozono. Gracias a la dosis superior de ozono en el lodo de reciclaje, se hace por otra parte más

efectiva la disgregación de la célula, de manera que ya después de un solo ciclo del tratamiento con ozono, se produce una clara reducción del lodo.

En una variante preferente del procedimiento se alimenta el lodo de reciclaje con ozono, a un reactor en el que se mantiene la sobrepresión, y en el que la temperatura se sitúa entre 5°C y 50°C. La fase de tratamiento a presión comprende aquí al menos un lapso de tiempo en el que el lodo de reciclaje a tratar, se trata dentro del reactor. El volumen interior del reactor, determina la cantidad del lodo de reciclaje que puede alojarse y, por tanto, en unión con el rendimiento, la duración del tratamiento en el reactor. Un gran volumen interior permite un tratamiento largo y, por tanto, efectivo del lodo de reciclaje, y contribuye al mismo tiempo a una homogeneización. El reactor está diseñado de manera que en él se pueda producir y mantener la sobrepresión exigida. También pueden emplearse varios de tales reactores. Normalmente el tratamiento con ozono se lleva a cabo a temperatura ambiente, o sea, en la gama de unos 5°C a 50°C; no es necesario un tratamiento térmico especial.

En una variante especialmente favorable del procedimiento según la invención, el lodo de reciclaje se realimenta en forma discontinua a la etapa biológica de tratamiento, después del tratamiento con ozono. De este modo es posible descargar la etapa biológica de tratamiento. El lodo de reciclaje tratado con ozono, se retiene en horas en las que la etapa biológica de tratamiento está a pleno rendimiento, y se vuelve a llevar en las llamadas "horas de carga ligera", en las que la etapa biológica de tratamiento no está a pleno rendimiento. En las horas de parada de la instalación de ozono, se ahorran costes energéticos. Además, el lodo de reciclaje tratado con ozono, representa una fuente apropiada de carbono para los microorganismos en la desnitrificación.

Otra mejora se produce haciendo que una primera corriente parcial del lodo de circulación, cargada con ozono, se mezcle con una segunda corriente parcial del lodo de reciclaje, y se exponga a la sobrepresión. Esta forma de proceder se aplica en especial con ventaja, en caso de una carga de la primera corriente parcial mediante un llamado "inyector". Tales inyectores trabajan según el principio de una bomba de chorro de agua. La primera corriente parcial sirve aquí como caudal impulsor mientras, mediante la corriente a aspirar, se introduce el gas con ozono, en la primera corriente parcial. En tales inyectores la capacidad para el caudal impulsor -o sea, para la primera corriente parcial- está establecida en lo esencial por el tipo constructivo del inyector. No obstante, el caudal a aspirar -o sea, la cantidad del gas con ozono a introducir en la primera corriente parcial- puede variarse dentro de un cierto margen. De este modo, para cantidades variables en sí mismas del lodo de reciclaje a tratar, a pesar de la cantidad relativamente constante de la primera corriente parcial, puede alcanzarse mediante la variación del caudal a aspirar, una dosificación pre-determinada del ozono para la totalidad del lodo de reciclaje a tratar.

Como especialmente favorable se ha mostrado conducir el lodo de reciclaje a un dispositivo triturador, antes del tratamiento con ozono. En el dispositivo triturador, el lodo de reciclaje se disgrega en parte mecánicamente y de este modo, mejora la acción del tratamiento con ozono durante la fase de tratamiento con sobrepresión.

De preferencia el lodo de reciclaje a tratar, se toma de un dispositivo de espesamiento. En el dispositivo de espesamiento se trata de un espesador, de un espesador previo o de otro receptáculo de espesar. El lodo de reciclaje allí tomado, se caracteriza por un contenido constante y especialmente alto de sustancia seca. A causa de las pequeñas oscilaciones del contenido de sustancia seca, se puede mantener una dosis más constante de ozono y, por tanto, una forma más estable de funcionamiento, que en la ozonización del lodo de reciclaje procedente de la etapa de separación.

Por conveniencia, después del tratamiento con ozono, el lodo de reciclaje o una parte de él, se alimenta de nuevo a la etapa biológica de tratamiento, como fuente de desnitrificación. Las bacterias destructoras de los compuestos de carbono, aprovechan aquí, bajo condiciones anaerobias, el nitrato existente en el lodo de reciclaje, como fuente de oxígeno, generando nitrógeno gaseoso que escapa a la atmósfera.

En cuanto al dispositivo, se resuelve la tarea arriba indicada según la invención, partiendo del dispositivo genérico, haciendo que la instalación de tratamiento con ozono, comprenda un espacio de tratamiento a presión, subordinado al dispositivo de introducción, en el que el lodo de reciclaje con ozono, se expone a una sobrepresión.

El tratamiento con ozono del lodo de reciclaje, o de una parte de él, se lleva a cabo en una instalación de tratamiento con ozono, en la que se aporta el lodo de reciclaje a tratar, de forma continua o por cargas. La instalación de tratamiento con ozono comprende un dispositivo de introducción para introducir un gas con ozono en el lodo de reciclaje, y un espacio de tratamiento a presión, en el que el lodo de reciclaje con ozono, se expone a una sobrepresión. El tratamiento con sobrepresión se lleva a cabo después de la introducción del gas con ozono, de manera que, por consiguiente, el espacio de tratamiento a presión, esté situado detrás del dispositivo de introducción -visto en la dirección del flujo del lodo de reciclaje-.

Mediante el tratamiento a presión se produce una presión superior del gas en la atmósfera por encima del lodo de reciclaje, y de este modo se aumenta la presión del ozono contenido en él. Esto conduce a una mayor absorción del ozono en el lodo de reciclaje y, acompañando a esta, a un consumo más intenso del ozono. De este modo se alcanza un grado superior de aprovechamiento para el ozono empleado. No es necesaria una alimentación de ácido para reducir el valor del pH en el lodo de reciclaje con oxígeno, como se propone en el dispositivo genérico, pero puede tomarse en consideración como medida adicional. Además, el tratamiento con sobrepresión del lodo ozonificado de reciclaje, conduce a una menor formación de espuma.

El espacio de tratamiento a presión presenta un espacio hueco apropiado para el alojamiento de lodo de reciclaje bajo sobrepresión. Puede tratarse, por ejemplo, de un depósito o de una tubería. Por un "reactor biológico" se entiende un depósito abierto o cerrado que es apropiado para el alojamiento y tratamiento biológico de aguas residuales y lodos orgánicos. En el "dispositivo separador" se trata, por ejemplo, de un estanque de depuración final, o de una membrana como la que se emplea en la preparación de aguas residuales, empleando la llamada biología de membrana. En cuanto a las definiciones conceptuales para "gas

con ozono", "sobrepresión", y "lodo de reciclaje", remítase a las explicaciones en relación con el procedimiento según la invención.

Con vistas a una absorción efectiva de ozono, se ha mostrado como favorable un espacio de tratamiento a presión, que comprende un reactor que está diseñado para una sobrepresión interior en la gama entre 0,3 y 10 bares, de preferencia entre 0,5 y 2 bares. El tratamiento a presión del lodo de reciclaje, comprende aquí al menos un lapso de tiempo en el que el lodo de reciclaje a tratar, se trata dentro del reactor. El volumen interior del reactor, determina la cantidad del lodo de reciclaje que puede alojarse en él y, por tanto, en unión con el rendimiento en lodo de reciclaje, la duración media del tratamiento en el reactor. Un gran volumen interior permite un tratamiento largo y, por tanto, efectivo del lodo de reciclaje, y contribuye a una homogeneización. El reactor está diseñado de manera que en él se pueda producir y mantener la sobrepresión exigida. También pueden emplearse varios de tales reactores.

Para la producción y mantenimiento de una presión por encima del límite superior citado, son necesarios aparatos costosos.

Se ha acreditado especialmente un dispositivo de introducción que comprende una bomba para aumentar la presión y un inyector. El inyector que está unido con una fuente de ozono y con la bomba para aumentar la presión, trabaja según el principio de una bomba de chorro de agua. El caudal impulsor necesario para ello, está formado por el lodo de reciclaje a tratar, y que se alimenta al inyector mediante la bomba para aumentar la presión. El caudal a aspirar está formado por gas con ozono, que es aspirado por el inyector, procedente de la fuente de ozono. Así pues, la bomba para aumentar la presión está dispuesta delante del inyector, vista en la dirección del flujo del lodo de reciclaje; produce una presión previa en el lodo de reciclaje, que contribuye a la compensación de la caída de presión en el inyector.

Con ventaja está previsto delante del dispositivo de introducción -visto en la dirección del flujo del lodo de reciclaje- un dispositivo triturador. En el dispositivo triturador se disgrega, en parte mecánicamente, el lodo de reciclaje, y de este modo mejora la acción del tratamiento con ozono.

En una variante preferente de realización, al espacio de tratamiento a presión está subordinado un mezclador. Mediante el proceso de mezcla se produce permanentemente nueva superficie en el lodo de reciclaje, que puede reaccionar con el ozono todavía existente. De este modo el proceso de mezcla no sólo contribuye a la homogeneización del lodo de reciclaje, sino también a un consumo más eficaz de ozono. Aquí se ha acreditado en especial un mezclador en forma de un mezclador estático. En un mezclador estático se consigue el proceso de mezcla mediante tabiques rígidos. No son necesarias piezas mecánicas móviles, de manera que se evita ampliamente una propensión a las averías, que las acompaña. Mediante el tipo y disposición de los tabiques, se determina la intensidad de la mezcla.

Como ventajosa se ha mostrado una instalación de tratamiento con ozono, que presenta un dispositivo desgasificador. En el dispositivo desgasificador se eliminan los gases disueltos en el lodo de reciclaje. Esto es especialmente ventajoso cuando los gases actúan perturbando en los pasos siguientes del tratamiento,

como por ejemplo, el oxígeno y el ozono en la desnitrificación.

A continuación se explica en detalle la invención de la mano de un ejemplo de realización y de un dibujo de la patente. En el dibujo se muestran en representación esquemática en detalle:

Figura 1 Un diagrama de flujo para la explicación de un primer ejemplo de realización de la invención, y

Figura 2 Un diagrama de flujo para la explicación de otro ejemplo de realización de la invención.

En el diagrama de flujo según la figura 1, está representada esquemáticamente una instalación 1 de depuración, como las que se emplea para el tratamiento microbiano de aguas residuales comunales e industriales. La instalación 1 de depuración está equipada con una instalación de ozonización, a la que está asignada en conjunto la cifra 2 de referencia. Las flechas de dirección y de unión del diagrama de flujo señalan el recorrido de las aguas residuales y del lodo (tipo "A": línea fina continua), o de conducción de gas (tipo "B": línea gruesa continua).

La instalación 1 de depuración comprende una pileta 3 de activación y una pileta 4 de depuración final. En la pileta 3 de activación, la porción degradable biológicamente de las sustancias contenidas en las aguas residuales, es transformada por microorganismos en productos inofensivos de descomposición. En la pileta 4 de depuración final se separa el lodo de la fase líquida. Una parte del lodo se realimenta a la pileta 3 de activación mediante la tubería 5 de lodo de reciclaje. Como desvío de la tubería 5 de lodo de reciclaje, está prevista una tubería 6 de toma mediante la cual se alimenta una parte del lodo de reciclaje a la instalación 2 de ozonización. El volumen del lodo de reciclaje alimentado a la instalación 2 de ozonización, puede ajustarse entre 5 y 50 m³ por hora. Para el transporte mecánico del lodo de reciclaje, está prevista una bomba 7 de admisión. Antes de la bomba 7 de admisión, el lodo de reciclaje atraviesa un dispositivo 29 triturador. La tubería 6 de toma conduce a través de un reactor 8, a un depósito 9 de desgasificación. El dispositivo 9 de desgasificación está unido con una tubería 10 de desagüe que conduce a través de una válvula 11 reguladora, de nuevo a la tubería 5 de lodo de reciclaje.

La introducción de ozono en la porción a tratar del lodo de reciclaje, se lleva a cabo en el desvío a la tubería 6 de toma y en la tubería 10 de desagüe. Para ello en la tubería 10 de desagüe, en la zona delante de la válvula 11 reguladora, está prevista una ramificación 12 a cuyo través se alimenta una corriente parcial ajustable del lodo de reciclaje, por una tubería 13 de alimentación y una bomba 14 para aumentar la presión, a un inyector 15. Con ayuda del inyector 15, se aspira mezcla ozono-oxígeno producida en el generador 16 de ozono, y se introduce en la corriente parcial. La bomba 14 para aumentar la presión, suministra al inyector 15 el caudal impulsor necesario para ello, en forma de la corriente parcial. Desde el inyector 15, la corriente parcial ozonizada llega de nuevo a la tubería 6 de toma, donde se mezcla con el resto del lodo de reciclaje, y se alimenta al reactor 8. El generador 16 de ozono y el depósito 9 de desgasificación, están unidos con una fuente de oxígeno (no representada en la figura 1). Desde allí una tubería 17 de suministro de oxígeno conduce al generador 16 de ozono, y una tubería 18 para establecer la presión, al depósito 9 de

desgasificación.

En el reactor 8 se somete el lodo de reciclaje cargado de ozono, a un tratamiento a presión. El volumen interior del reactor 9 asciende a unos 9 m³. La entrada 18 para el lodo de reciclaje, está situada en la zona del fondo del reactor 9, y el desagüe 19 en la zona superior.

También en el depósito 9 de desgasificación cuyo volumen interior asciende a uno 5 m³, el lodo de reciclaje cargado de ozono experimenta un tratamiento a presión. El depósito 9 de desgasificación contiene un cilindro 21 interior abierto hacia arriba, en el que la tubería de alimentación para el lodo de reciclaje penetra casi hasta el fondo, y cuyo rebose del lodo de reciclaje llega a la tubería 10 de desagüe. En la zona superior del depósito 9 de desgasificación está prevista una tubería 23 de escape de gas, provista con una válvula 22 reguladora, que desemboca en un destructor 24 del ozono residual. A excepción de las citadas tuberías de entrada y salida, el reactor 8 y el depósito 9 de desgasificación, están configurados totalmente cerrados.

A continuación se explica en detalle el procedimiento según la invención, de la mano de un ejemplo de realización y del diagrama de flujo según la figura 1.

El establecimiento de la presión para el tratamiento a presión del lodo de reciclaje con ozono, se lleva a cabo por una parte mediante la introducción de oxígeno por la tubería 18 para establecer la presión, en el depósito 9 de desgasificación y, por otra parte, mediante la alimentación del lodo de reciclaje a la instalación 2 de ozonización. Mediante la introducción de oxígeno en el depósito 9 de desgasificación, se ajusta en la instalación 2 de ozonización una sobrepresión de alrededor de 0,8 bares (por encima de la presión atmosférica). Además, el lodo de reciclaje a tratar se alimenta a la instalación 2 de ozonización mediante la bomba 7 de admisión. El volumen del lodo de reciclaje desviado por la tubería 6 de toma, que por término medio se ajusta a 20 m³ por hora, contribuye al establecimiento de la presión, de manera que durante el funcionamiento de la instalación 2 de ozonización, se ajusta en la zona del reactor 8 y del depósito 9 de desgasificación, una sobrepresión de aproximadamente 1 bar.

La mezcla ozono-oxígeno preparada en el generador 16 de ozono, se aspira con ayuda del inyector 15, suministrando la bomba 14 para aumentar la presión, al inyector 15 el caudal impulsor necesario. Este asciende a 40 m³ por hora. La dosis de ozono alimentada al lodo de reciclaje, está situada en la gama de 0,08 g por gramo de masa seca del lodo de reciclaje a tratar. Después del inyector 15, el lodo de reciclaje ozonizado se mezcla con la corriente parcial del lodo de reciclaje procedente de la tubería 6 de toma. En el reactor 8 conectado a continuación, el lodo de reciclaje cargado de ozono, reacciona a temperatura normal (unos 25°C) con el ozono, bajo una sobrepresión de aproximadamente 1 bar. En el ejemplo de realización se deduce para el lodo de reciclaje un tiempo medio de paso por el reactor 8, de unos 30 minutos (referidos a la cantidad del lodo de reciclaje alimentado por la tubería 6 de toma).

Desde allí llega el lodo de reciclaje al depósito 9 de desgasificación en el que el lodo de reciclaje cargado de ozono puede reaccionar con ozono todavía no absorbido, asimismo bajo una sobrepresión de apro-

ximadamente 1 bar. A causa del volumen interior del depósito 9 de desgasificación y del rendimiento en lodo de reciclaje, se produce un tiempo medio de paso de unos 15 minutos (referidos a la cantidad del lodo de reciclaje alimentado por la tubería 6 de toma).

A causa de la sobrepresión en el reactor 8 y en el depósito 9 de desgasificación, el ozono se disuelve claramente mejor en el lodo de reciclaje, que a presión normal, y de este modo se consume casi completamente. De este modo se produce una acción desinfectante, de manera que se reduce claramente la cantidad de gérmenes fecales en el lodo de reciclaje, y no se observa ninguna formación de clámidobacterias.

Por motivos de seguridad, en el depósito de desgasificación está previsto un dispositivo desgasificador a través del cual puede escapar el gas no absorbido (en especial, ozono). El ozono residual todavía existente en el gas que escapa, se transforma en oxígeno molecular en el destructor 24 del ozono residual. Por la disgregación celular puede llegar a formarse espuma, no obstante, se observa una formación de espuma comparativamente pequeña. En cada caso, según haga falta, en el depósito 9 de desgasificación, puede agregarse dosificado al lodo de reciclaje, antiespumante como está simbolizado por la flecha 25 de dirección.

Una regulación del nivel de carga -que comprende el cilindro 21 interior- regula en el depósito 9 de desgasificación, el desagüe del lodo de reciclaje. Mientras una parte del lodo de reciclaje que sale del depósito 9 de desgasificación, permanece en la instalación 2 de ozonización, y se utiliza de nuevo como caudal impulsor para el inyector 15, la otra parte del lodo de reciclaje abandona la instalación 2 de ozonización, y se dirige para la ulterior descomposición biológica a la pileta 3 de activación de la instalación 1 de depuración.

Siempre y cuando en el diagrama de flujo de la figura 2, se utilicen las mismas cifras de referencia que en la figura 1, se designan con ellas componentes integrantes iguales o equivalentes del dispositivo según la invención, como los ya explicados de la mano de la figura 1 para idénticas cifras de referencia.

El diagrama de flujo muestra adicionalmente un espesador 30 en la tubería 6 de toma. En el espesador 30 fluye el lodo procedente de la pileta 4 de depuración final, y allí se espesa extrayendo agua. Desde el espesador 30, un rebosadero 31 conduce a la tubería 5 de lodo de reciclaje. Una parte del lodo espesado se alimenta como lodo de reciclaje, por la tubería 6 de toma al tratamiento con ozono, y una parte se retira por el desagüe 32 como lodo excedente.

Además, en la forma de realización representada en la figura 2, en lugar del depósito 9 de desgasificación del dispositivo según la invención de la figura 1, está previsto un mezclador 26 estático. En el mezclador 26 estático se trata en lo esencial de un tubo orientado verticalmente que presenta tabiques rígidos. En la forma de realización se emplea un mezclador estático habitual para lodo comunal.

En esta forma de realización, en el reactor 8 está prevista una regulación del nivel de carga mediante la cual se regula el desagüe del lodo de reciclaje en la pileta 3 de activación. Aquí, la corriente parcial del lodo de reciclaje, alimentada al inyector 15 mediante la bomba 14 para aumentar la presión, se ramifica y ajusta en el reactor 8. El reactor 8 está unido con el inyector 15 mediante la tubería 13 de alimentación que del mismo modo que la tubería 6 de toma, a través

de la cual se alimenta al reactor 8, el lodo de reciclaje cargado de ozono, termina en la zona del fondo del reactor 8. En la zona superior del reactor 8 desemboca una tubería 27 de desagüe para la corriente parcial del lodo de reciclaje que se alimenta al mezclador 26 estático. Además, el reactor 8 está provisto con un tubo 28 de gas de escape, a través del cual se retira el gas de escape del reactor 8, y se alimenta la tubería 27 de desagüe en la zona del mezclador 26. El volumen interior del reactor 8 asciende a unos 5 m³.

Opcionalmente puede eludirse también el mezclador 26 estático. Con este fin está prevista una tubería 27b de desviación en la que en ciertos casos desemboca también una ramificación 28b de la tubería 28 de gas de escape.

A continuación se explica en detalle el procedimiento según la invención, de la mano de otro ejemplo de realización y del diagrama de flujo según la figura 2.

El lodo de reciclaje tomado del espesador 30 se caracteriza por un contenido constante y especialmente alto de sustancia seca. De este modo se puede mantener de modo y manera sencillos, una dosis constante de ozono para sustancia seca, con lo que se produce un funcionamiento más estable.

El establecimiento de la presión para el tratamiento a presión del lodo de reciclaje con ozono, se lleva a cabo por una parte mediante la introducción de oxígeno por la tubería 18 para establecer la presión, en el reactor 8 y, por otra parte, mediante la alimentación del lodo de reciclaje a la instalación 2 de ozonización. Mediante la introducción de oxígeno en el reactor 8, se ajusta en la instalación 2 de ozonización, una sobrepresión de 1 bar (por encima de la presión atmosférica). Además, el lodo de reciclaje a tratar se alimenta a la instalación 2 de ozonización mediante la bomba 7 de admisión. El volumen del lodo de reciclaje desviado por la tubería 6 de toma, que por término medio se ajusta a 5 m³ por hora, contribuye al establecimiento de la presión de manera que durante el funcionamiento de la instalación 2 de ozonización, se ajusta en la fase gaseosa del reactor 8, una sobrepresión de unos 1,5 bares.

La mezcla ozono-oxígeno preparada en el generador 16 de ozono, se aspira con ayuda del inyector 15, suministrando la bomba 14 para aumentar la presión, al inyector 15, el caudal impulsor necesario. Aquí la corriente parcial del lodo de reciclaje se carga con ozono, estando situada la dosis de ozono alimentada al lodo de reciclaje, en la gama de 0,07 g por gramo de masa seca (referida a la masa de la totalidad del lodo de reciclaje a tratar). Después del inyector 15, la corriente parcial ozonizada del lodo de reciclaje, se mezcla con el lodo residual de reciclaje procedente de la tubería 6 de toma. En el reactor 8 conectado a continuación, reacciona el lodo de reciclaje cargado de ozono a temperatura normal (unos 25°C) con el ozono, bajo una sobrepresión de unos 1,5 bares. En el ejemplo de realización se deduce para el lodo de reciclaje un tiempo medio de paso por el reactor 8, de aproximadamente 1 hora (referida a la cantidad del lodo de reciclaje alimentado por la tubería 6 de toma).

Desde allí, una parte del lodo de reciclaje llega por la tubería 27 de desagüe al mezclador 26 estático. Gracias al proceso de mezcla en el mezclador 26 estático, se produce continuamente nueva superficie del lodo de reciclaje, con la que puede seguir reaccionando el ozono todavía existente. A causa de este efecto

y debido a la sobrepresión en el reactor 8 se consume casi completamente el ozono en el lodo de reciclaje. Aquí no es necesario a toda costa, un dispositivo adicional de desgasificación. Por la disgregación celular puede llegar a formarse espuma que, no obstante, es comparativamente pequeña como consecuencia del tratamiento a presión. En cada caso, según haga falta, en el mezclador 26, puede agregarse un antiespumante dosificado al lodo de reciclaje.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Después de abandonar el mezclador 26, el lodo de reciclaje se alimenta a la zona de desnitrificación de la pileta 3 de activación de la instalación 1 de depuración, donde se aprovecha como fuente de desnitrificación en la que las bacterias destructoras de los compuestos de carbono, aprovechan bajo condiciones anaerobias, el nitrato existente en el lodo de reciclaje, como fuente de oxígeno.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el tratamiento de aguas residuales en una instalación biológica de depuración, sometiendo las aguas residuales en una etapa biológica de tratamiento, a un metabolismo bacteriano, retirando a continuación en una etapa de separación, aguas residuales depuradas, del lodo, alimentando una etapa de espesamiento, y sometiendo al menos una parte del lodo procedente de la etapa de separación o de la etapa de espesamiento, como lodo de reciclaje, a un tratamiento oxidante con ozono, y alimentándolo de nuevo, al menos parcialmente, a la etapa biológica de tratamiento, **caracterizado** porque el tratamiento con ozono comprende una fase de tratamiento en la que el lodo de reciclaje con ozono se expone a una sobrepresión, llevándose a cabo el establecimiento de la presión para el tratamiento con sobrepresión, introduciendo oxígeno, y mediante la alimentación del lodo de reciclaje, y llevándose a cabo el tratamiento con sobrepresión después de la introducción del gas con ozono.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la duración de la fase de tratamiento, está situada entre 0,5 minutos y 2 horas, de preferencia entre 0,5 minutos y 1 hora, y porque se ajusta la sobrepresión entre 0,1 y 10 bares, de preferencia entre 0,4 y 2 bares.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque en el lodo de reciclaje a tratar, se ajusta una dosis de ozono en la gama entre 0,01 y 0,2 g por gramo de sustancia seca, de preferencia en la gama entre 0,03 y 0,08 g por gramo de sustancia seca.

4. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el lodo de reciclaje con ozono, se alimenta a un reactor (8) en el que se mantiene la sobrepresión, y porque la temperatura en el reactor (8) se sitúa entre 5°C y 50°C.

5. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el lodo de reciclaje se alimenta en forma discontinua a la etapa biológica de tratamiento.

6. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque una primera corriente (13) parcial del lodo de reciclaje, cargada con ozono, se mezcla con una segunda corriente (6) parcial del lodo de reciclaje, y se expone a la sobrepresión.

7. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el lodo de reciclaje se conduce a un dispositivo (29) triturador, antes del tratamiento con ozono.

8. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el lodo de reciclaje a tratar, se toma de un dispositivo de espesamiento.

9. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque después

del tratamiento con ozono, el lodo de reciclaje o una parte de él, se alimenta a la etapa biológica de tratamiento, como fuente de desnitrificación.

10. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el establecimiento de la presión se lleva a cabo mediante la introducción de oxígeno en un reactor (8) para la reacción del lodo de reciclaje con el ozono, o en un depósito desgasificador para la eliminación de los gases disueltos en el lodo de reciclaje.

11. Dispositivo para la realización del procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 10, con un reactor biológico para la recepción y tratamiento biológico de aguas residuales, con un dispositivo separador para una segregación de aguas residuales depuradas, del lodo, con un dispositivo espesador para el espesamiento del lodo, con un desagüe para el lodo de reciclaje, procedente del dispositivo separador o del dispositivo espesador, y con una instalación de tratamiento con ozono, mediante la cual se somete al menos una parte del lodo de reciclaje, a un tratamiento oxidante con ozono, y que presenta un dispositivo de entrada para una introducción de gas con ozono en el lodo de reciclaje, **caracterizado** porque la instalación (2) de tratamiento con ozono, comprende un espacio (8) de tratamiento a presión, subordinado al dispositivo (15) de introducción, en el que el lodo de reciclaje con ozono, se expone a una sobrepresión, llevándose a cabo el establecimiento de la presión, mediante introducción de oxígeno por una tubería (18) para establecer la presión, y mediante la alimentación del lodo de reciclaje.

12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado** porque el espacio de tratamiento a presión comprende un reactor (8) que está diseñado para una sobrepresión interior en la gama entre 0,1 y 10 bares, de preferencia en la gama entre 0,4 y 2 bares.

13. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones 11 ó 12, **caracterizado** porque el dispositivo de introducción comprende una bomba (14) para aumentar la presión y un inyector (15).

14. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado** porque, delante del dispositivo (15) de introducción -visto en la dirección del flujo del lodo de reciclaje-, está previsto un dispositivo (29) triturador.

15. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizado** porque al espacio (8) de tratamiento a presión está subordinado un mezclador (26).

16. Dispositivo según la reivindicación 15, **caracterizado** porque el mezclador es un mezclador (26) estático.

17. Dispositivo según alguna de las reivindicaciones 11 a 16, **caracterizado** porque la instalación (2) de tratamiento con ozono, presenta un dispositivo (9; 22; 24) desgasificador.

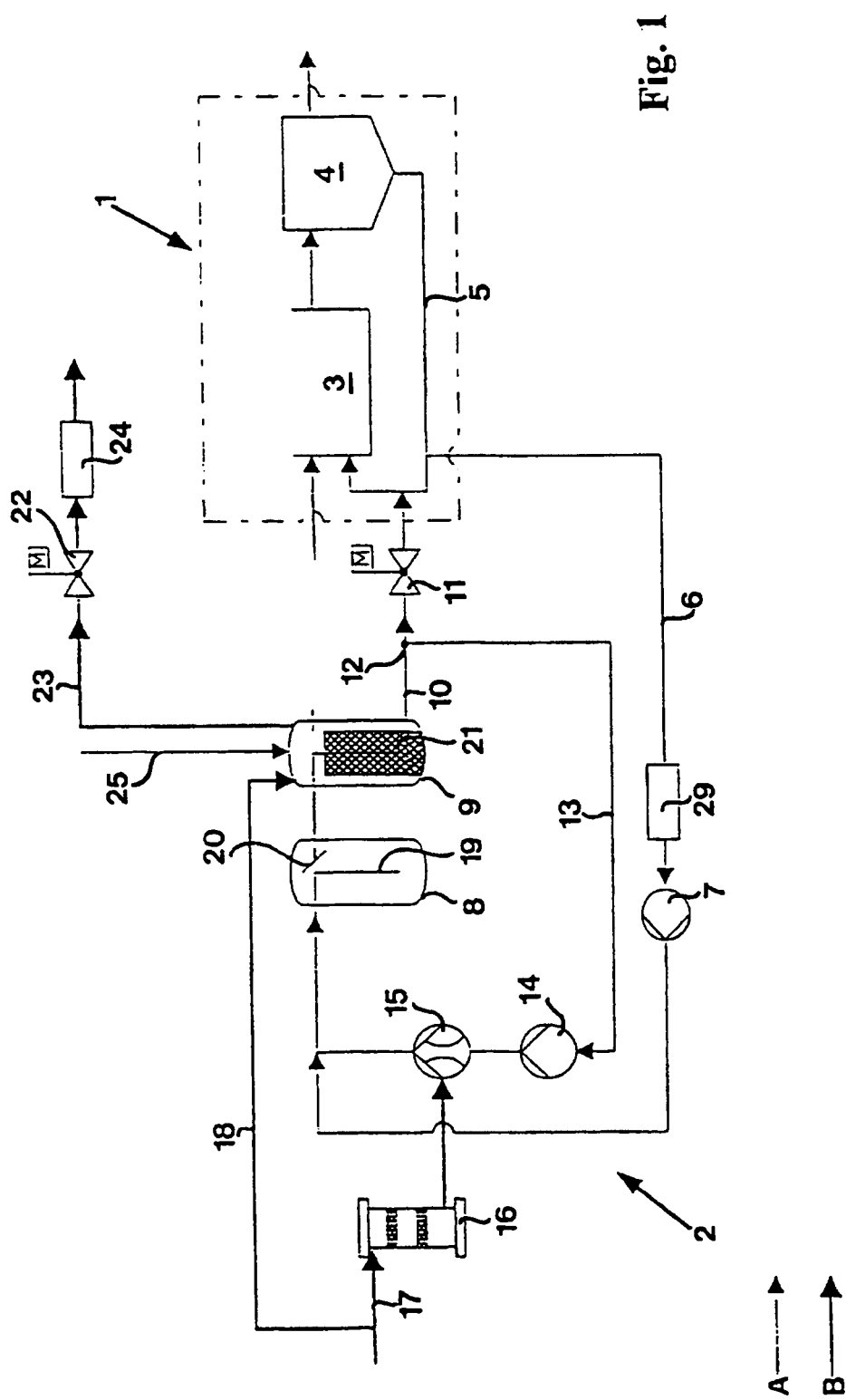


Fig. 1

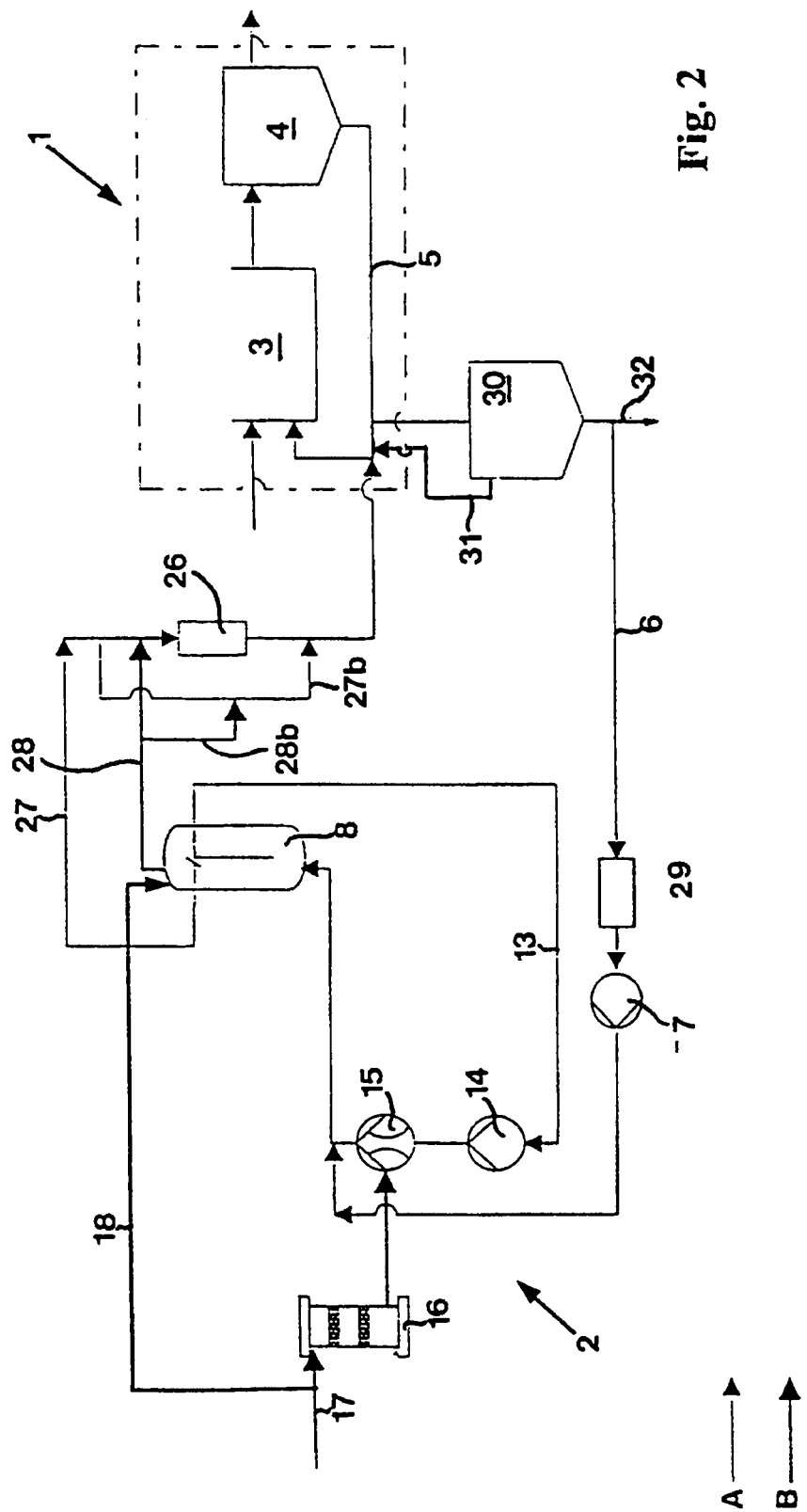


Fig. 2