



19

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 N.º de publicación: **ES 2 097 528**

51 Int. Cl.⁶: C02F 3/30

C02F 3/12

C02F 3/10

12

TRADUCCION DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **93917537.8**

86 Fecha de presentación : **09.08.93**

87 Número de publicación de la solicitud: **0 654 015**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **24.05.95**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el tratamiento biológico de aguas residuales con carga orgánica y de residuos orgánicos.**

30 Prioridad: **10.08.92 DE 42 26 416**
12.03.93 DE 43 08 408

45 Fecha de la publicación de la mención BOPI:
01.04.97

45 Fecha de la publicación del folleto de patente:
01.04.97

73 Titular/es: **Protec Partner für
Umwelttechnik GmbH
Parksteiner Strasse 51
92637 Weiden, DE**

72 Inventor/es: **Zitzelsberger, Dorit;
Ahne, Gerd;
Winter, Josef y
Bleicher, Karl**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

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 (artº 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCION

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para el tratamiento biológico de aguas residuales con carga orgánica y de residuos orgánicos. El objetivo de estos procedimientos consiste en degradar el material orgánico con la consiguiente reducción importante de su volumen para convertirlo en compuestos de bajo peso molecular y bajo contenido energético (mineralización), que pueden cederse después por ejemplo a la tierra o al alcantarillado sin que ello suponga una carga notable para el medio ambiente. Por ejemplo, las aguas residuales de los retretes contienen fundamentalmente hidratos de carbono, polímeros de C, proteínas, aminas, urea, amoníaco y sales.

Mientras los componentes que llevan hidratos de carbono pueden descomponerse por la acción de microorganismos en condiciones aeróbicas y convertirse en dióxido de carbono y agua, los compuestos nitrogenados reducidos se degradan por acción de microorganismos nitrificantes para convertirse fundamentalmente en agua y nitrato. El líquido resultante de tales procesos de degradación aeróbica contiene cantidades notables de nitrato. Su emisión a ríos o lagos conduce a un abonado excesivo en nitratos, con secuelas no deseables, por ejemplo un crecimiento incrementado de las algas. Los iones nitrato no se retienen en el suelo y en consecuencia son eliminados fácilmente de las capas superficiales del suelo por lavado de las aguas de la lluvia, por lo tanto su esparcido por ejemplo sobre superficies agrícolas supone un peligro para las aguas freáticas.

Se conocen procedimientos en los que existe una etapa de degradación anaeróbica adicional, con el fin de convertir por lo menos una parte del nitrato en nitrógeno elemental inocuo por acción de microorganismos desnitrificantes. Por los documentos US-A-4 210 528 y US-A-4 904 387 se conoce un procedimiento en el que el agua residual de retretes se conduce junto con los componentes sólidos de la misma a una etapa de degradación anaeróbica y después se somete a un tratamiento aeróbico. El líquido de la etapa aeróbica de este procedimiento se filtra, se hace pasar a través de un lecho de carbón activo y se utiliza como agua de las cisternas de los retretes. De este modo, el agua que lleva nitratos llega de nuevo a la etapa de degradación anaeróbica y allí queda disponible para las bacterias desnitrificadora como fuente de oxígeno para su metabolismo respiratorio.

Un inconveniente del procedimiento conocido o del dispositivo conocido consiste en que la parte de sólidos, que constituye la parte principal del material orgánico a degradar, se descompone exclusivamente en condiciones anóxicas. Con el término "anóxico" se circunscriben biocenosis en cuyo entorno existe oxígeno ligado químicamente, p.ej. en forma de nitrato, pero no existe ningún tipo de oxígeno disuelto. La degradación en las condiciones mencionadas se efectúa con microorganismos que cubren sus necesidades de oxígeno con la reducción del nitrato. Se proceso se denomina en general desnitrificación. La degradación en el procedimiento conocido depende, pues, de la presencia de nitrato. Para lograr una degra-

dación completa, la porción de compuestos nitrogenados tendría que alcanzar valores que normalmente no se dan, sobre todo en las aguas residuales municipales. Por consiguiente ocurre que, después del consumo de los compuestos nitrogenados, se inician la reducción del sulfato y los procesos de degradación anaeróbicos. Además del desprendimiento de ácido sulfhídrico que esto conlleva, el principal inconveniente estriba en que los fenómenos de descomposición anaeróbica transcurren con una lentitud mucho mayor. Es decir, se requieren períodos de permanencia muy prolongados o bien grandes cámaras de reacción para lograr un porcentaje suficiente de degradación. Otro inconveniente del procedimiento conocido estriba en que la realimentación del líquido que procede de la etapa aeróbica y lleva nitratos a la etapa anóxica tiene relación con la utilización de los retretes. Una no utilización muy prolongada de los retretes se traduce por un lado en una falta de nitrato en la etapa anóxica y en un incremento de los procesos de degradación anaeróbica, cuyos productos finales son gases como el metano, el ácido sulfhídrico y los mercaptanos. Estos gases alcanzan el medio ambiente y, dejando aparte de que son muy molestos para el olfato, contribuyen entre otras cosas a la destrucción de la capa de ozono. Otro inconveniente del dispositivo conocido consiste en que la parte de sólidos introducida en la etapa de degradación anóxica tiene que triturarse previamente, con el fin de poder lograr cuotas de descomposición razonables. Para tal fin, el dispositivo conocido prevé el uso intermitente de un agitador accionado por un motor, que consume energía y es susceptible de averías.

Partiendo de esta situación, la presente invención se plantea crear un dispositivo y un procedimiento para el tratamiento biológico de aguas residuales provistas de carga orgánica y de residuos orgánicos, que no tengan los inconvenientes del estado de la técnica y sean adecuados para instalaciones de retretes móviles.

Este objetivo se alcanza con las propiedades características de la reivindicación 1. En el procedimiento de la invención se separan los sólidos por ejemplo de las aguas residuales de retretes o de desperdicios húmedos orgánicos de las cocinas, etc. y se descomponen en una primera etapa de degradación en condiciones principalmente aeróbicas. La parte líquida se conduce a una segunda etapa ulterior de descomposición, en la que predominan las condiciones anóxicas. Al salir de esta etapa de degradación, el líquido se introduce finalmente en una tercera etapa en la que dominan otra vez las condiciones aeróbicas. Según la reivindicación 2, existen por lo menos en la segunda y tercera etapa estructuras de soporte, biológicamente activas, destinadas a incrementar los porcentajes de degradación, y que actúan como superficies de crecimiento de los microorganismos. El líquido de la tercera etapa se realimenta en la primera, con el fin de mantener una recirculación constante.

Una ventaja del procedimiento de la presente invención consiste en que los sólidos, que se presentan en cantidades relativamente grandes, se degradan principalmente en condiciones

aeróbicas y, por tanto, de forma acelerada y prácticamente sin desprender gases como el metano o el ácido sulfhídrico, como ocurre en los procesos anaeróbicos de descomposición. El líquido que contiene nitratos y oxígeno, que se realimenta continuamente desde la tercera etapa de degradación a la primera, revierte sobre la masa de sólidos allí existente y la humedece por completo. Dado el contenido de oxígeno del líquido, esto apoya los procesos de metabolismo aeróbico en las capas próximas a la superficie de la masa de sólidos. El líquido penetra también en las capas más alejadas de la superficie de la masa de sólidos. El nitrato que contienen se reduce allí en nitrógeno elemental (desnitrificación). De este modo se reprimen los procesos metabólicos que generan metano y ácido sulfhídrico. El líquido realimentado a la primera etapa de degradación se enriquece en ella con productos degradados solubles, como son el azúcar y ácidos grasos, y se lleva a la segunda etapa. En esta tiene lugar una desnitrificación del nitrato, es decir, los organismos desnitrificantes quitan al ion nitrato el oxígeno necesario para la "respiración" de los compuestos de C.

En la tercera etapa se efectúa finalmente una degradación aeróbica de compuestos de C que se convierten en dióxido de carbono y agua así como una nitrificación de compuestos de N, es decir, una oxidación de los mismos para convertirlos en nitratos. Gracias a la constante recirculación, el nitrato aquí formado se degrada otra vez en la segunda etapa para dar nitrógeno elemental. A fin de cuentas, el nitrógeno ligado, en forma de compuestos orgánicos, se convierte, pues, en su práctica totalidad en nitrógeno gaseoso elemental y se expulsa del círculo de la degradación.

Otra ventaja del procedimiento de la invención consiste en que la degradación de sólidos se efectúa en una etapa aparte, con una notable reducción de volumen. Ello se debe al simple hecho de que se puede evaporar una parte del contenido de agua de los sólidos, que en caso de material vegetal puede ser incluso del 98 %. La evaporación del agua viene favorecida por la alta temperatura de la masa de sólidos, debida a los procesos metabólicos impulsados por los microorganismos. En los procedimientos del estado de la técnica, en los que se suspenden los sólidos en la fase líquida, esto no resulta posible. Otro motivo de la fuerte reducción de volumen consiste en que se forman como productos finales de los procesos de degradación aeróbica el dióxido de carbono gaseoso y el agua, habida cuenta de que por lo menos una parte del agua se evapora a su vez.

Otra ventaja del procedimiento de la presente invención consiste en que los cuerpos extraños no degradables, por ejemplo los evacuados a través de los retretes, pueden retenerse ya en la primera etapa, en la que prácticamente no molestan. En efecto, estos cuerpos extraños podrían taponar los filtros y estructuras de soporte, biológicamente activas, de procedimientos que trabajan con suspensiones. En un caso extremo, esto podría significar el paro de la instalación. Otra ventaja del procedimiento de la presente invención consiste finalmente en que hay una presencia notablemente

inferior de lodo en la fase líquida, es decir, en los compartimentos 2 y 3, si se compara con los procedimientos que trabajan con suspensiones de sólidos. Una gran formación de lodos puede traducirse en un taponamiento de filtros y estructuras de soporte y como consecuencia en un mayor coste en los capítulos de mantenimiento y limpieza.

Con la medida de la reivindicación 3 se garantiza por un lado que los microorganismos dispongan siempre de una cantidad suficiente de oligoelementos. Estos oligoelementos como el calcio, magnesio, cobalto, níquel y hierro (microelementos) son necesarios para que las bacterias puedan entre otros descomponer sustancias propias del cuerpo. Esta medida contribuye, pues, a que los microorganismos cuenten con condiciones óptimas, lo cual repercute en una velocidad mayor de reproducción y, por tanto, de degradación. Por otro lado, las partículas de sustancias inorgánicas o de carbón activo tienen una porosidad que les da mayor superficie interior, que puede actuar como plataforma adicional de crecimiento para los microorganismos. Además, las partículas de carbón activo poseen las ventajas que se describen más abajo.

La teoría sobre la que se basa la reivindicación 4 tiene varias ventajas. Por un lado, el montón de carbón activo actúa como "reserva de carbono". En efecto, tiene la característica de adsorber compuestos de carbono. Esto tiene como efecto que los desnitrificantes existentes en la etapa de degradación anóxica pueden recurrir siempre a una reserva de carbono y de energía. Este efecto es valioso en particular cuando no se aporta al sistema ningún material orgánico nuevo, durante un período prolongado. Otra ventaja del montón de carbón activo consiste en que actúa por así decir como "tampón" frente a las oscilaciones de carga. Efectivamente, cuando la carga es fuerte se retiene por adsorción una parte de los compuestos orgánicos disueltos y se evitan las puntas de carga en la siguiente capa de degradación aeróbica, que es la tercera. En ella tienen lugar dos procesos competidores en torno al oxígeno, a saber, por un lado la degradación oxidante de compuestos carbonados y por otro lado la nitrificación de compuestos de N. Un fuerte aumento de la concentración de compuestos carbonados degradables inhibe por naturaleza el curso paralelo de la nitrificación. Esto conduciría a una disminución de la concentración de nitrato y, a fin de cuentas, a una inhibición de la desnitrificación en el compartimento 2.

Finalmente es también ventajoso que el montón de carbón activo actúa al mismo tiempo como estructura de soporte biológico, es decir, como material para el crecimiento de microorganismos. Según la reivindicación 5 se combinan de modo ventajoso las medidas de la reivindicación 3 y 4.

La teoría de la reivindicación 6 garantiza que, en el tratamiento biológico del agua residual de retretes, no habrá agua residual que penetre en el sistema a raíz del enjuague con agua de la cisterna. Esto conduciría por un lado a una disminución del período de permanencia o bien tendría como consecuencia que debería disponerse de cámaras de reacción mayores. Por otro lado,

debería utilizarse agua potable valiosa para las cisternas de retrete.

Con un filtrado y desinfección se logra que el líquido retirado de la etapa de degradación 3 y del líquido utilizado para las cisternas de retrete o bien el líquido emitido al medio ambiente se halle en estado higiénicamente impecable. La ventaja de un tratamiento UV consiste en especial en que es muy efectivo, requiere un bajo consumo energético y es prácticamente libre de mantenimiento y muy ecológico. Pero pueden utilizarse también procedimientos como la pasteurización o la oxidación anódica.

La filtración y desinfección puede lograrse también con una filtración de flujo cruzado (cross-flow). En contraposición a los procedimientos convencionales de filtración en los que los filtros tienen que limpiarse o cambiarse continuamente, el procedimiento de la invención es prácticamente sin mantenimiento. Según el tipo de filtro de membrana utilizado se puede lograr una micro- o una ultrafiltración. En el último caso, del líquido del lavado de retretes o del líquido emitido al medio ambiente pueden separarse incluso microorganismos minúsculos, como son los virus.

El carbón activo es un adsorbente hidrófobo, por lo tanto sobre él pueden adsorberse fundamentalmente compuestos no polares o compuestos con grupos hidrófobos, como son las grasas, ácidos grasos y aceites procedentes de heces o de residuos de cocina. De este modo, estos compuestos se concentran en la superficie del carbón activo, lo cual contribuye a la formación de una flora especializada en la degradación de estos compuestos. La consecuencia de ello es una degradación más efectiva de estos compuestos. A diferencia de las aguas residuales de retretes y a los residuos orgánicos, las aguas residuales municipales contienen cantidades nada despreciables de sustancias tensoactivas y de conservantes relativamente difíciles de biodegradar, es decir tensoactivos y sustancias como puedan ser los compuestos aromáticos, el formaldehído, compuestos aromáticos clorados, ácido benzoico y ácido sórbico. También estos compuestos se adsorben preferentemente sobre carbón activo. Intercalando un compartimento aeróbico adicional, provisto de lecho de carbón activo, entre el segundo compartimento, anóxico, y el tercer compartimento, aeróbico, con arreglo a las reivindicaciones 7, 8 y 19 y 20, se crea una cámara de degradación en la que puede generarse una biocenosis especializada en la degradación de dichos compuestos. Tal como se ha dicho anteriormente, la adsorción sobre carbón activo propicia la concentración de compuestos difícilmente biodegradables y por lo tanto aumenta la eficacia de degradación. Otra ventaja de las medidas mencionadas consiste en que la adsorción prolonga el período de permanencia en el compartimento. Esto, a su vez, repercute muy positivamente en el afincamiento y multiplicación de microorganismos especializados. Dichos compuestos se retienen y degradan en el compartimento intercalado. Es decir, no llegan o llegan en pequeña cantidad al siguiente compartimento aeróbico. Por lo tanto, los microorganismos que habitan en este se hallan protegidos de la carga de tensoactivos

o de hidrocarburos que pueda llevar el agua residual. Intercalando un compartimento adicional según las reivindicaciones 7, 8, 19 y 20 se crean, pues, dos cámaras aeróbicas de degradación, provistas de floras distintas, habida cuenta de que en el compartimento intercalado se retiene la carga de suciedad difícilmente degradable del agua residual y esta es objeto de degradación por parte de microorganismos especializados.

En la reivindicación 9 se describe un dispositivo adecuado para la ejecución del procedimiento de la invención. Las variantes ventajosas se deducen de las reivindicaciones 10 a 20. En la reivindicación 10 se describe una disposición de los compartimentos que es ventajosa en especial cuando tiene que montarse un dispositivo de la invención dentro de dispositivos que presentan poca superficie útil, por ejemplo los vagones de trenes de viajeros o las caravanas arrastradas por turismos.

El material sinterizado de plástico indicado en la reivindicación 11 puede fabricarse de forma simple y económica. Es muy apropiado también para incorporar de modo sencillo por sinterización partículas porosas de materiales inorgánicos y/o carbón activo. Las ventajas de una medida de este tipo se han descrito ya con anterioridad.

Con la reivindicación 13 se garantiza que el segundo compartimento y la estructura portante de su interior y el lecho de carbón activo se hallen siempre sumergidos por debajo del nivel del líquido. Con ello se pueden mantener condiciones que son estrictamente anóxicas.

La reivindicación 14 indica variantes ventajosas del filtro dispuesto en el primer compartimento. Es ventajoso en especial que las partículas porosas de material inorgánico, incrustadas dentro del filtro, formen un depósito de oligoelementos al que pueden recurrir los microorganismos que tienen que degradar la parte sólida. Las partículas porosas incrustadas tienen además la ventaja de una superficie interior grande y por tanto, junto con las partículas sinterizadas con plástico pueden propiciar la inmovilización de los microorganismos. Lo mismo se diga de las partículas de carbón activo incrustadas dentro del material de sinterización.

En el tercer compartimento están previstos según la reivindicación 15 unos medios para el borboteo de aire, con el fin de mantener dentro del líquido una concentración suficientemente alta de oxígeno. El aire que sale del líquido del compartimento 3 se utiliza con ventaja para potenciar la degradación aeróbica de sólidos del compartimento 1. Esta medida es especialmente efectiva cuando el aire se puede repartir del modo lo más uniforme posible dentro de la masa de sólidos.

La invención se ilustra ahora con más detalle en los ejemplos de ejecución representados en los esquemas adjuntos.

La figura 1 representa de modo esquemático una forma de ejecución del dispositivo de la presente invención.

La figura 2 representa de modo esquemático otro ejemplo de ejecución del dispositivo de la invención.

La figura 3 representa una vista parcial esquemática de un dispositivo de la invención con una variante ventajosa de las estructuras portan-

tes, biológicamente activas, del tercer compartimento.

La figura 4 contiene una representación esquemática de un ejemplo de ejecución con retrete integrado.

La figura 5 contiene una representación esquemática de un ejemplo de ejecución con retrete integrado y una filtración de flujo cruzado (cross-flow).

La figura 6 contiene un ejemplo de ejecución según la fig. 4 con un compartimento aeróbico adicional.

La figura 7 y 8 representan un ejemplo de ejecución según la fig. 6 con disposiciones relativas alternativas de los compartimentos.

Tal como se desprende de la fig. 1, el dispositivo de la presente invención contiene un total de 3 compartimentos (1, 2, 3) que, juntos, forman un biorreactor. El compartimento 1, dispuesto en la parte superior, está en contacto con el aire exterior y está pensado para efectuar una degradación aeróbica. El compartimento 2, dispuesto debajo del anterior, se destina a una degradación anóxica y finalmente el compartimento 3, el más bajo, está pensado a su vez para una degradación aeróbica. Entre los compartimentos 1 y 2 está dispuesta una pared separadora horizontal 5, permeable al líquido. En el compartimento 1 está colocado un filtro 6 en forma de cesto abierto hacia arriba, que sirve para separar las partes sólidas del agua residual alimentada desde un depósito. Las partes sólidas sedimentan en el filtro en forma de cesto 6 formando una especie de torta de filtro 7. El filtro en forma de cesto tiene paredes verticales 8 y una base horizontal 9. En la forma de ejecución más simple, las paredes laterales 8 y la base o fondo 9 pueden ser de un enrejado o malla de tela metálica. Pero también está previsto que por lo menos la base 9 se fabrique con un material sinterizado de plástico. Como plástico se toma en consideración por ejemplo el polietileno. Un material de sinterización de este tipo se obtiene por fusión de las partículas de plástico sobre el sustrato. Con ello se obtiene un material entremezclado con cavidades huecas o poros. Este tipo de materiales se utilizan por ejemplo en otros sectores técnicos, por ejemplo como filtros de aire. Otra variante posible de filtro en forma de cesto 6 consiste en colocar una capa del material de sinterización citado sobre la base de malla de tela metálica 9 del filtro en forma de cesto 6. Finalmente sería también factible la fabricación de todo el filtro en forma de cesto 6 con un material sinterizado de plástico. En el material sinterizado de plástico se pueden incorporar o incrustar partículas inorgánicas y/o de carbón activo. Tales partículas son porosas y constituyen una superficie de crecimiento adicional para los microorganismos. Por otro lado, las partículas inorgánicas actúan también como depósito o reserva de oligoelementos.

Es también imaginable utilizar dos filtros en forma de cesto en lugar de uno y pasar las aguas residuales por el primero y después por el segundo. Lo mismo podría conseguirse con un filtro en forma de cesto que estuviera subdividido en dos mitades. Finalmente es también posible disponer el filtro en forma de cesto dentro del compartimento 1 de forma que pueda sustituirse por

otro igual. Esto tendría la ventaja de que, en el momento de limpiar el dispositivo en un turno, se podría sustituir simplemente el filtro en forma de cesto sucio por otro idéntico pero limpio.

Debajo del compartimento aeróbico 1 está situado el compartimento 2, en el que reinan condiciones de degradación anóxicas. En la parte inferior 10 del compartimento 2 está dispuesta como estructura soporte, biológicamente activa, un lecho 11 de granos de carbón activo que se extiende sobre la práctica totalidad de la superficie transversal. En el recinto restante del compartimento 2 que se sitúa por encima del lecho de carbón activo 11 existe una capa de estructura soporte 12, biológicamente activa, que transcurre de modo fundamentalmente paralelo a la base 9 del filtro en forma de cesto y que consta básicamente de un material sinterizado con polietileno. En este material sinterizado se halla incrustadas las partículas inorgánicas porosas, tales como arcilla hinchada, escorias o toba. También puede llevar incorporadas partículas de carbón activo. La función de este filtro y de las partículas incrustadas se describe más abajo.

El compartimento 2 se halla separado del compartimento inferior 3 por una pared 13 impermeable a los gases y a los líquidos. La conexión entre ambos compartimentos se garantiza mediante un tubo de rebosamiento 14 que está dispuesto en el compartimento 2 y que conduce al compartimento 3. Este tubo de rebosamiento 14 se alarga fundamentalmente hasta la altura total del compartimento 2, de modo que la capa de carbón activo que se halla en él 11 y la estructura de soporte 12 se hallan sumergidos en el líquido. En el compartimento 3 se hallan también estructuras soporte 15, biológicamente activas. Estas adoptan la forma de paredes verticales, dispuestas de modo paralelo entre sí, y que cubren fundamentalmente todo el ancho del compartimento 3. La altura de las estructuras soporte 15 es algo inferior a la altura del compartimento 3. Es decir, entre la cara frontal superior de las estructuras de soporte 15 y la pared separadora 13 existe un espacio intermedio que permite el paso de un caudal de líquido. Las estructuras de soporte 15 constan a su vez de un material sinterizado con polietileno, en el que se hallan incorporadas partículas inorgánicas y/o de carbón activo. En la base 16 del compartimento 3 está ubicados medios de aireación 17. Estos pueden adoptar por ejemplo la forma de tubos, dispuestos entre las estructuras soporte 15 y que están perforados en su cara superior. El aire introducido a través de los tubos sale por las perforaciones del mismo y en parte se disuelve en el líquido. El aire en exceso, que se acumula por debajo de la pared separadora 13 puede evacuarse fuera del compartimento 3 a través de un orificio (no representado).

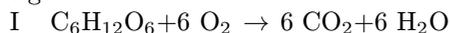
En el sector inferior de la pared lateral 18 del compartimento 3, que limita con el fondo 16, existe un orificio de salida 19, conectado a una tubería de recirculación 20. La tubería de recirculación 20 conduce hacia arriba al compartimento 1 y desemboca en él. Para mantener un caudal de líquido en recirculación, la tubería de recirculación 20 dispone de una bomba 21. De la tubería de recirculación 20 se deriva una tubería de va-

ciado 22, que permite sacar líquido del compartimento 3 una vez se haya alcanzado un determinado nivel dentro del mismo compartimento 3. Para tal fin, la tubería de vaciado 22 dispone de un válvula 23, accionada por un sensor de nivel del compartimento 3 (no representado). Entre la válvula 23 y la tubería de vaciado 22 se halla intercalada además una unidad de higienización y filtrado 24.

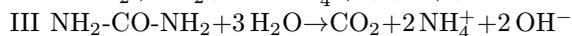
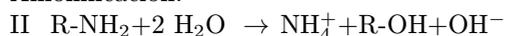
Con el ejemplo de ejecución representado en la fig. 1 se ilustra ahora el modo operativo del procedimiento de la presente invención.

El agua residual procedente por ejemplo de uno o de varios retretes se conduce a través de una tubería de alimentación (no representada) hacia el compartimento 1. En el filtro en forma de cesto 6 dispuesto en su interior se retiene la parte de sólidos del agua residual (heces, papel higiénico, etc.), con lo cual se forma después de un cierto periodo de funcionamiento una acumulación de sólidos del tipo de una torta de filtro 7. El líquido que sale del compartimento 1 llega en primer lugar al compartimento 2 y después, a través del tubo de salida 14, al compartimento 3. El compartimento 1 está en contacto con el exterior, de modo que la entrada de oxígeno garantiza el mantenimiento de condiciones aeróbicas. Tal como se demuestra más abajo, para apoyar la degradación aeróbica puede realizarse una aireación forzada de la torta de filtro 7, sobre todo en el caso de aparecer grandes cantidades de sólidos.

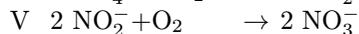
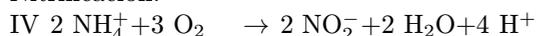
En las zonas próximas a la superficie de la torta de filtro 7 o en las zonas situadas en las proximidades de los agentes de aireación forzada (descritos más abajo; es el difusor de aire 26 de la fig. 2) existen condiciones aeróbicas. Aquí tiene lugar fundamentalmente una degradación oxidante de los compuestos orgánicos de carbono y nitrógeno (hidratos de carbono, grasas, proteínas). Ambos procesos pueden representarse esquemáticamente del modo simplificado siguiente:



Amonificación:

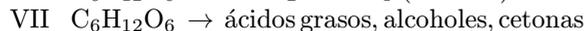


Nitrificación:

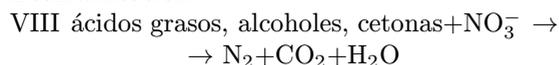


Las ecuaciones IV y V representan los procesos que tienen lugar durante la llamada nitrificación. El primer paso de reacción según IV se efectúa p.ej. con Nitrosomonas y el segundo según V p.ej. con Nitrobacter.

En las capas más profundas, no abastecidas con oxígeno, tienen lugar procesos de degradación anaeróbica y anóxica que se pueden representar de forma simplificada recurriendo al ejemplo de la glucosa:

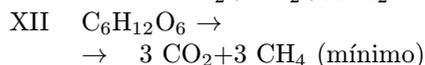
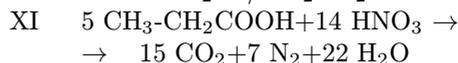
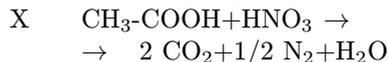
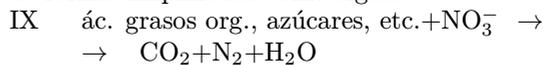


Desnitrificación:



El nitrato, convertido en nitrógeno por desnitrificación (VIII) en las zonas anaeróbicas de la torta de filtro, procede fundamentalmente del líquido alimentado en el compartimento 1 a través de la tubería de recirculación 20 que procede del compartimento 3 y en parte procede de la nitrificación en las zonas aeróbicas de la torta de filtro 7. Debido a la presencia de nitrato se reprime la formación de metano según VI, en favor de la desnitrificación.

En el compartimento 2 reinan condiciones anóxicas. El líquido de este compartimento contiene fundamentalmente nitrato y compuestos orgánicos de C, que proceden en parte del agua residual de retretes y en parte de los procesos de degradación ocurrido en el compartimento de sólidos 1. En las condiciones anóxicas reinantes tiene lugar una degradación de nitrato/nitrito a nitrógeno elemental (desnitrificación). El nitrógeno gaseoso se evacúa al exterior a través de un orificio del compartimento 2 (no representado). Durante la desnitrificación, que se denomina "respiración de nitrato" por el paralelismo con la respiración de oxígeno, el ion nitrato actúa como fuente de oxígeno o bien como aceptor de hidrógeno terminal. Los fenómenos de descomposición que tienen lugar durante la "respiración" de compuestos como los ácidos grasos, los alcoholes o los azúcares, se pueden representar de forma simplificada como sigue:



También en este compartimento, la formación de metano es extraordinariamente pequeña y prácticamente despreciable.

El lecho de carbón activo 11 dispuesto en el compartimento 2 y la estructura soporte 12 que se halla encima tienen varias funciones. Actúan por un lado como material de crecimiento para microorganismos, es decir, su superficie exterior y por lo menos una parte de su superficie interior se cubre con una alfombra bacteriana, después de un cierto tiempo de funcionamiento. El lecho de carbón activo 11 tiene además la función de un "tampón de carbono". Los compuestos de degradación de C orgánico soltados de la torta de filtro 7 y los compuestos de C orgánico solubles, contenidos en el agua residual introducida, así como los colorantes de las heces y los hidrocarburos aromáticos y alifáticos se retienen por adsorción en el lecho de carbón activo 11. El carbón activo tiene efectivamente la propiedad de adsorber compuestos no polares o hidrófobos o bien los que poseen grupos hidrófobos, por así decir, se carga con estos compuestos. Con ello se logran dos efectos. Por un lado se evita que, en caso de puntas de carga, es decir, grandes cantidades de agua residual o bien agua residual muy cargada, aumente excesivamente la concentración de dichos compuestos de C orgánico dentro del compartimento

3. En este compartimento tienen lugar, como se explicará posteriormente, dos reacciones distintas que compiten por el oxígeno, a saber, la descomposición oxidante de compuestos orgánicos de carbono y paralelamente a la misma la nitrificación que tiene lugar después de la mineralización de los compuestos orgánicos de nitrógeno. Por naturaleza, la reacción citada en primer lugar predominaría cuando aumenta la concentración de compuestos orgánicos de carbono, mientras que la nitrificación resultaría inhibida. Un segundo efecto de la "acción tamponante" consiste en que, en caso de un reabastecimiento prolongado de aguas residuales al compartimento 1, se compensaría la disminución de concentración de compuestos orgánicos de carbono. Es decir, los desnitrificantes podrían recurrir a los compuestos de carbono adsorbidos sobre el carbón activo y se aseguraría una transformación óptima del nitrato en nitrógeno elemental.

En el tercer compartimento reinan de nuevo condiciones aeróbicas, que se mantienen mediante el borboteo de aire (medio de aireación 17). Al igual que en las zonas aeróbicas de la torta de filtro 7 se desarrollan dos procesos degradativos distintos. En la zona de admisión, es decir, en la zona próxima a la desembocadura del tubo de rebosamiento 14 tiene lugar con preferencia una degradación oxidante de la parte residual de compuestos orgánicos todavía existente en el líquido. En cambio, en las zonas más alejadas del tubo de rebosamiento 14 predomina la nitrificación. Las estructuras soporte 15 del compartimento 3 actúan como material de crecimiento para los microorganismos.

Las partículas inorgánicas y/o de carbón activo incrustadas en las estructuras soporte 12, 15 o bien en general en el material sinterizado con polietileno, proporcionan una mayor superficie para el crecimiento de los microorganismos, debido a su superficie interior, tal como ya se ha descrito antes. Además, las partículas inorgánicas son una fuente para el abastecimiento de oligoelementos a los microorganismos.

En la fig. 2 se representa un ejemplo de ejecución en el que el aire alimentado al compartimento 3 se introduce a través de una tubería colectoras 25 a un difusor de aire 26 dispuesto dentro del filtro en forma de cesto 6. Este difusor de aire puede contener tubos perforados 27, tal como se representa esquemáticamente en la fig. 2, que están dispuestos dentro del filtro en forma de cesto 6 a una cierta distancia entre sí, extendiéndose en sentido vertical. De esta manera puede degradarse aeróbicamente una mayor cantidad de la torta del filtro 7.

En la fig. 3 se representa una forma de ejecución de un dispositivo de la presente invención, en el que una de cada dos estructuras de soporte lleva en la zona inferior, próxima a la base, un orificio de paso 29 y la estructura soporte 15 que se halla entre dos estructuras de soporte de este tipo tiene una altura menor. El líquido que fluye desde la desembocadura del tubo de rebosamiento 14 hacia el orificio de salida se ve obligado a recorrer el camino indicado con la flecha 48. La ventaja de esta variante consiste en que se aprovecha de modo más efectivo la superficie de con-

tacto, biológicamente activa, que está disponible en conjunto en las estructuras de soporte 15.

En la fig. 4 se representa un dispositivo de la invención con un retrete conectado al mismo. Este dispositivo es idóneo en especial para retretes de vehículos, como son las caravanas o de los vagones de trenes de viajeros. En esta forma de ejecución, el compartimento 1 está conectado con un retrete 30 a través de una tubería 31. El líquido de la cisterna del retrete se toma del compartimento 3 y se alimenta a la cisterna 33 a través de una tubería 32 y a partir de dicha cisterna puede tomarse en el momento necesario para limpiar el retrete 30.

El retrete 30 está unido con la cisterna 33 mediante la tubería 49. La tubería 49 lleva una válvula 46 que puede accionarse por ejemplo con la mano o con el pie.

Antes de la cisterna 33 existe un depósito higienizador 34 y un filtro 35. Con el filtro 35 se separan las partículas sólidas finas del líquido procedente del compartimento 3. También es posible dotar esta unidad filtrante con un filtro adicional de carbón activo, con el que pueden adsorberse p.ej. los colorantes disueltos en el líquido. Para la desinfección del líquido en el dispositivo higienizador 34 puede procederse de distintas maneras. Ha demostrado ser especialmente ventajosa la exposición a rayos UV porque trabajan con fiabilidad y además con un consumo energético relativamente bajo. Para el acarreo del líquido del compartimento 3 hasta la cisterna 33 se dispone en la tubería 32 de una bomba 36. En la cisterna 33 existe un regulador de nivel (no representado) que pone en marcha la bomba 36 cuando el nivel es mínimo y la para cuando el nivel es máximo. La recirculación del líquido dentro del biorreactor 4 se resuelve en este ejemplo de ejecución del mismo modo que en los ejemplos de ejecución de las fig. 1 y 2. La evacuación del líquido del sistema se efectúa a través de una tubería de vaciado 22 que deriva de la tubería de agua de enjuague 32 hacia unidad higienizadora 34. Para ello se cierra la válvula 23', mientras que la válvula 23 estará abierta.

En la fig. 5 se representa un ejemplo de ejecución con una instalación filtrante de flujo cruzado (cross-flow) integrada. La instalación filtrante de flujo cruzado tiene como componente fundamental un filtro 37 de flujo cruzado. Este posee una entrada 38 para el líquido a filtrar, procedente del compartimento 3, una salida de líquido permeado 39 y una salida de líquido retenido 40. La entrada 38 está unida con la cisterna 33 mediante una tubería de líquido permeado 42. Finalmente, la salida de líquido retenido 40 está unida al compartimento aeróbico 3 mediante una tubería de líquido retenido 43. En la tubería de líquido retenido 43 existe una válvula 45. La instalación filtrante de flujo cruzado trabaja del modo siguiente: el líquido del compartimento aeróbico 3 se transporta con una bomba de caudal principal 44 hacia el filtro de flujo cruzado 37. El líquido filtrado en el filtro de flujo cruzado, es decir el líquido permeado, fluye a través de la tubería 42 hacia la cisterna 33. En cambio, el líquido retenido retorna a través de la tubería 43 y de la válvula 45 abierta hacia el

compartimento 3. En la dirección del líquido permeado, antes de la válvula 45, tiene lugar una bifurcación mediante la tubería de recirculación 47 que, desde arriba, desemboca en el compartimento aeróbico 1. La sección transversal de la tubería 47 está dimensionada de modo que, cuando la instalación de flujo cruzado se halla en funcionamiento, se garantice un caudal de recirculación adaptado a las dimensiones que tenga el biorreactor 4.

En el momento de alcanzarse un determinado nivel máximo de líquido dentro de la cisterna 33, un dispositivo adecuado de control (no representado) cierra la válvula 45 y para la bomba de caudal principal 44. Para garantizar incluso en esta situación una recirculación permanente del líquido dentro del biorreactor 4, existe una bomba de recirculación 21 conectada en paralelo a la bomba de caudal principal 44. Una vez alcanzado el nivel máximo dentro de la cisterna 33, se pone en marcha la bomba 21. De este modo, a través de la tubería de caudal principal 41, de la tubería de líquido retenido 43 y de la tubería de recirculación 47 tiene lugar un retorno de líquido desde el compartimento aeróbico 3 hacia el primer compartimento anaeróbico 1. En lugar de dos bombas distintas, 44 y 21, de diferentes caudales, pueden utilizarse también, obviamente, una sola bomba de dos grados o una bomba progresiva.

En un dispositivo con un biorreactor por ejemplo de 400 litros, existen los caudales de líquido representados en la tabla siguiente:

TABLA 1

caudal principal	aprox. 1500 l/h
caudal líquido permeado	20-30 l/h
caudal líquido retenido	aprox. 1460 l/h
caudal de recirculación	15 l/h

La evacuación de líquido del biorreactor se asegura en esta forma de ejecución mediante una tubería de evacuación 22 que se cierra mediante la válvula 23. Esta tubería está conectada a la cisterna 33 por debajo del nivel máximo de llenado. Una vez alcanzado el nivel máximo de llenado, tanto en el compartimento 3 como en la cisterna 33, un dispositivo adecuado de control (no representado) desconecta la bomba de recirculación 21 y pone en marcha la bomba de caudal principal 44 y además abre la válvula 45. El caudal de líquido permeado se conduce a través de la tubería 42 hacia la cisterna 33 y desde allí se evacúa a través de la válvula 23, que en este momento se halla también abierta.

En la fig. 6 se representa un ejemplo de ejecución en el que el biorreactor 4 consta de un total de 4 compartimentos. Debajo del compartimento 1 se halla un compartimento 2b en el que reinan condiciones aeróbicas. Para mantener estas condiciones se disponen en la zona próxima a la base medios de aireación 17 en forma de tubos perforados, a través de los cuales se hace borbotear aire. Como material de crecimiento para los microorganismos se coloca un lecho de carbón activo 11 que se extiende prácticamente sobre toda la superficie transversal del compartimento 2b. Pero, en sentido vertical solo llena la zona central del

compartimento 2b, de modo que se forman dos espacios intermedios 51 y 52 sin carbón activo entre dicho lecho y la pared separadora 5 con respecto al compartimento 1 y entre dicho lecho y la pared separadora 50 con respecto al compartimento 2b que se encuentra debajo. En el espacio intermedio 52 se hallan alojados los difusores de aire 17.

El compartimento 2b está limitado por debajo por el compartimento 2a, que también contiene un lecho de carbón activo 11 y que está separado del compartimento 2b mediante la pared 50. Este tabique es permeable a los líquidos y a los gases, en cambio el tabique 5, situado entre el compartimento 1 y el compartimento 2b, es impermeable a los gases y a los líquidos. En el compartimento 2a reinan condiciones anóxicas y en el compartimento 2b las condiciones son aeróbicas.

El compartimento 2a está unido con el compartimento 1 mediante un tubo 53 que con su extremo superior atraviesa el tabique 5 y con su extremo inferior termina en la zona 54, próxima a la base del compartimento 2. Esta zona contiene un lecho de carbón activo y se extiende sobre la totalidad de la superficie transversal del compartimento 2a. Los dos compartimentos 2a y 2b están unidos entre sí mediante el tabique 50 que es permeable al líquido y al gas.

El compartimento 2b está unido con el compartimento 3 mediante el tubo de rebosamiento 14, cuyo extremo inferior desemboca en la parte alta del compartimento 3 y cuyo extremo superior termina en el espacio intermedio 51 situado entre el lecho de carbón activo 11 y el tabique 5.

El funcionamiento del dispositivo representado en la fig. 6 es el siguiente:

El líquido que sale del filtro en forma de cesto 6 pasa por el tubo de unión 53 y llega a la zona 54 del compartimento 2a, desde donde atraviesa el tabique 50 para llegar al compartimento 2b. Los compartimentos 2a y 2b y los lechos de carbón activo 11 que contienen están cubiertos con líquido. Finalmente, el líquido sale del compartimento 2b por el tubo de rebosamiento 14 y llega al compartimento 3.

Al igual que en el compartimento 2 de los ejemplos de ejecución descritos anteriormente, en el compartimento 2a tiene lugar una descomposición de compuestos orgánicos junto con reducción simultánea del nitrato (desnitrificación), mientras que en el compartimento 2b tiene lugar una degradación aeróbica. La ventaja del compartimento adicional 2b se ha descrito anteriormente.

En el dispositivo de la fig. 6, el líquido atraviesa el lecho de carbón activo 11 del compartimento 2a desde abajo. La ventaja de este tipo de circulación, que por lo demás también es aplicable a los ejemplos de ejecución descritos anteriormente, consiste en que las partículas de lodo y de sólidos arrastradas por el líquido pueden depositarse en la zona 54, situada debajo del lecho de carbón activo 11. Con un tubería de vaciado 64, dispuesta en esta zona, pueden eliminarse fácilmente las acumulaciones de lodos, abriendo la válvula 65. En caso necesario, esto puede realizarse incluso con independencia de los trabajos de mantenimiento por turnos. Si el caudal de líquido llega a la capa de carbón activo 11 desde

arriba, entonces las partículas de lodo o de sólidos pueden sedimentarse sobre la capa de carbón activo 11 y taponarla como si fuera una torta de filtro.

En el fondo 9 del filtro en forma de cesto 6 está dispuesta una capa filtrante 55 de un material putrescible. Han dado buenos resultados en especial la paja prensada. Una capa filtrante de este tipo se va mulliendo progresivamente con la degradación biológica, ya que se forman nuevos canales de paso y esto viene a compensar el taponamiento de los canales de paso previamente existentes con partículas sólidas. Ha dado buenos resultados una capa filtrante de paja prensada de 2 cm de altura, con los parámetros siguientes:

volumen aparente, seco:	500 g/l
absorción de agua:	2 l/l o 4 l/kg
densidad, hinchada:	aprox. 1 kg/l
longitud de fibra, hinchada	1 - 5 mm

Las fig. 7 y fig. 8 muestran ejemplos de ejecución de un dispositivo de la presente invención con otra disposición de los compartimentos 1, 2a, 2b y 3. Mientras la disposición de los compartimentos 2a y 2b siguen estando uno encima del otro, igual que en el ejemplo de ejecución de la fig. 6, el compartimento 3 se ha dispuesto lateralmente. Los compartimentos 2a, 2b y 3 están alojados dentro de un recipiente común 56, separándose entre sí mediante el tabique presa 57.

El compartimento 1 se halla en un recipiente 58 aparte, lateral con respecto al recipiente 56 y dispuesto de tal manera que su base 66 se halla por encima del nivel de líquido 59 del recipiente 56. El compartimento 1 está unido al compartimento 2a a través del tubo de unión 53. Este tubo se bifurca en las proximidades del fondo del recipiente 58 y desemboca por debajo del lecho de carbón activo 11 del compartimento 2a. Es decir, el lecho de carbón activo 11 recibe el flujo con ventaja desde abajo, también en este ejemplo de ejecución. La altura del tabique presa 57 es menor que la altura de la columna de agua del recipiente 56.

En el ejemplo de ejecución de la fig. 8, los compartimentos 2a y 2b están también dispuestos uno junto al otro, dentro del recipiente 56. Los dos compartimentos están separados entre sí por dos tabiques verticales, 60 y 61, dispuestos de forma paralela y mediando una distancia entre ellos. La altura del tabique 60 es menor que la altura de la columna de líquido del recipiente 56, en cambio la altura del tabique 61 es mayor. Por su extremo próximo al fondo, el tabique 61 presenta por lo menos una escotadura 62. Los dos tabiques 60 y 61 forman, pues, un canal que comunica los dos compartimentos 2a y 2b, por el que circula el líquido del compartimento 2a en la dirección que indica la flecha 63.

La ventaja de las disposiciones según las fig. 7 y fig. 8 consiste sobre todo en que los compartimentos individuales son fácilmente accesibles desde arriba para trabajos de mantenimiento y limpieza. Se utilizan con ventaja en todos aquellos casos en los que se dispone de poca altura para la construcción o bien cuando se requiere construir dentro de la tierra. Sobre todo

en este último caso, la accesibilidad desde arriba es una ventaja fundamental.

En las siguientes tablas 2 y 3 se indican dos ejemplos de dimensionado. Se tomó como base en ambos casos la alimentación de un caudal que lleva una carga de 6100 mg/l de DQO (demanda química de oxígeno) y un contenido de nitrógeno total de 1500 mg/l. Con un período de permanencia de 3 días se alcanza en ambos casos una disminución del 95% del valor de la DQO y del 88% del contenido de nitrógeno total.

TABLA 2

	DQO [mg/l]	N tot [mg/l]
alimentación	6100	1500
salida	300	180
ocupación de espacio	1800	660
	mg/l d ^{*)}	mg/l d
velocidad recirculación	5/d	
volumen del reactor	400 l	
compartimento de sólidos	100 l	
compartimento anóxico	100 l	
compartimento aeróbico	200 l	
período de permanencia	3 d	

*) = Este valor se refiere al contenido total de sustancias consumidoras de oxígeno, disueltas y sólidas: estas últimas se degradan principalmente en el compartimento de sólidos.

TABLA 3

	DQO [mg/l]	N tot [mg/l]
alimentación	6100	1500
salida	300	180
ocupación de espacio	1933	660
	mg/l d ^{*)}	mg/l d
velocidad recirculación	5/d	
volumen del reactor	40 l	
compartimento de sólidos	22 l	
compartimento anóxico	6 l	
compartimento aeróbico	12 l	
período de permanencia	3 d	

*) = Este valor se refiere al contenido total de sustancias consumidoras de oxígeno, disueltas y sólidas: estas últimas se degradan principalmente en el compartimento de sólidos.

Un dispositivo de la invención dimensionado con arreglo a la tabla 2 es idóneo por ejemplo para el uso en vagones de trenes de viajeros. La salida presenta valores DQO y de nitrógeno que permiten verter el líquido directamente sobre la tierra, con preferencia en pleno viaje. El compartimento 1, que retiene los sólidos y los degrada con preferencia de forma aeróbica, está dimensionado de tal manera que los intervalos de mantenimiento para el vaciado y limpieza son de algunos meses. En cambio, las cisternas de los retretes convencionales de vagones de trenes de viajeros tienen que vaciarse a intervalos de algunos días.

El dispositivo de la invención es también idóneo para otros vehículos, por ejemplo caravanas, aviones y barcos. También es viable el uso en edificios que no puedan conectarse a un alcantarillado, como son pabellones o casas de fin de semana. También es viable utilizar el dispositivo de la invención en retretes móviles, que pueden utilizarse por ejemplo en obras importantes y en espectáculos o celebraciones con asistencia masiva de público. También es viable conectar el dispositivo de la presente invención a uno o varios retretes con vacío.

Listado de referencias en figuras

1	compartimento aeróbico
2	compartimento anóxico
2a	compartimento anóxico
2b	compartimento aeróbico
3	compartimento aeróbico
4	biorreactor
5	tabique separador
6	filtro en forma de cesto
7	torta de filtro
8	tabique lateral
9	fondo
10	parte
11	lecho de carbón activo
12	estructura soporte
13	tabique separador
14	tubo de rebosamiento
15	estructura soporte
16	fondo
17	difusor de aire
18	tabique lateral
19	orificio de salida
20	tubería de recirculación
21	bomba de recirculación
22	tubería de vaciado
23, 23'	válvula
24	unidad higienizadora y filtrante
25	tubería colectora
26	difusor de aire
27	tubo

28	superficie lateral
29	orificio de paso
30	retrete
31	tubería de alimentación
5 32	tubería de agua de enjuague
33	cisterna
34	dispositivo higienizador
35	filtro
10 36	bomba
37	filtro cross-flow
38	entrada
39	salida de líquido permeado
15 40	salida de líquido retenido
41	tubería de corriente principal
42	tubería de líquido permeado
43	tubería de líquido retenido
20 44	bomba de caudal principal
45	válvula
46	válvula
47	tubería de recirculación
25 48	flecha
49	tubería
50	tabique separador
51	espacio intermedio
52	espacio intermedio
30 53	tubo de unión
54	zona
55	capa filtrante
56	recipiente
35 57	tabique presa
58	recipiente
59	nivel de líquido
60	tabique
40 61	tabique
62	escotadura
63	dirección de la flecha
64	tubería de vaciado
45 65	válvula
66	fondo

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el tratamiento biológico de aguas residuales con cargas orgánicas o de residuos orgánicos, que consta de los pasos siguientes:

- a) separación de la parte sólida y degradación de dicha parte sólida en una primera etapa de descomposición (1) en condiciones predominantemente aeróbicas
- b) entrega de la parte líquida a una segunda etapa de descomposición (2) en la que la degradación tiene lugar en condiciones anóxicas,
- c) entrega de la parte líquida de la segunda etapa a una tercera etapa de degradación (3) en la que la descomposición tiene lugar en condiciones aeróbicas y
- d) recirculación continua por retorno de la parte líquida de la tercera etapa (3) a la primera etapa de degradación (1).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque por lo menos en la segunda (2, 2a) y en la tercera (3) etapas de degradación existen estructuras soporte (11, 12, 15) biológicamente activas.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque por lo menos en la segunda etapa de degradación (2, 2a) existe una estructura soporte (12) que contiene partículas inorgánicas porosas y/o partículas de carbón activo.

4. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque en la segunda etapa de degradación (2, 2a) existe un lecho de carbón activo (11).

5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque en la segunda etapa de degradación (2, 2a) existe además un estructura soporte (12) según la reivindicación 3.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque está previsto para la depuración biológica de aguas residuales de retretes y el líquido procedente de la tercera etapa de degradación se utiliza como líquido de enjuague de retretes, habida cuenta de que el líquido de la tercera etapa de degradación (3), antes de su utilización como líquido de enjuague de retretes o bien antes de su emisión al medio ambiente, se somete con preferencia a un filtrado y desinfección y la desinfección se lleva a cabo con preferencia por exposición a rayos UV, pasteurización, oxidación anódica o por micro- o por ultrafiltración, en especial una filtración de flujo cruzado (cross-flow).

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6 anteriores, **caracterizado** por una cuarta etapa de degradación (2)
- que se intercala entre la segunda etapa (2, 2a) y la tercera etapa (3) y
- en la que tiene lugar una degradación en condiciones aeróbicas.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque como estructura soporte

está presente un lecho de carbón activo (11) y porque además del lecho de carbón activo (11) puede existir también una estructura soporte según la reivindicación 3.

9. Dispositivo para el tratamiento biológico de aguas residuales con carga orgánica y de residuos orgánicos, **caracterizado** por

- a) un primer compartimento (1) en el que se separan las partes sólidas del sustrato orgánico que se va a tratar y que son degradables principalmente en condiciones aeróbicas,
- b) un segundo compartimento (2), conectado con el primero, en el que están alojadas estructuras soporte biológicamente activas y en el que el líquido, prácticamente libre de partes sólidas, se degrada en condiciones aeróbicas,
- c) un tercer compartimento (3), conectado con el segundo, en el que se hallan alojadas estructuras soporte biológicamente activas y en el que el líquido es degradable en condiciones aeróbicas, y
- d) medios para el retorno continuo del líquido del tercer compartimento (3) hacia el primer compartimento (1).

10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado** porque los tres compartimentos (1, 2, 3) están dispuestos uno debajo del otro.

11. Dispositivo según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado** porque en el segundo compartimento (2) está alojada una estructura soporte (12) biológicamente activa que consta de un material sinterizado de plástico, habida cuenta de que el material sinterizado de plástico lleva incrustadas o incorporadas partículas inorgánicas porosas y/o partículas de carbón activo.

12. Dispositivo según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado** porque en el segundo compartimento (2) existe un lecho (11) de carbón activo y porque puede estar también presente una estructura soporte (12) según las reivindicaciones 15 y 16, dispuesta con preferencia por encima del lecho de carbón activo (11).

13. Dispositivo según una o varias de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado** porque el segundo compartimento (2) está unido con el compartimento (3) situado por debajo mediante un tubo de rebosamiento dispuesto en el compartimento (2) y que discurre a lo largo de casi toda su altura.

14. Dispositivo según una o varias de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizado** porque en el primer compartimento (1) existe un filtro en forma de cesto (6) para retener las partículas sólidas, habida cuenta de que dicho filtro en forma de cesto (6) está hecho de tela metálica o de material sinterizado de plástico, provisto con preferencia de partículas porosas incrustadas de tipo inorgánico y/o de carbón activo.

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizado** porque en el tercer compartimento (3) existen medios (17) para el borboteo de aire, dispuestos dentro del líquido de

dicho compartimento, y porque existen con preferencia medios (25, 26) que permiten la transferencia del aire que escapa del líquido del tercer compartimento (3) al primer compartimento (1) y una vez en este pueden difundir dentro del filtro en forma de cesto (6).

16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 15, **caracterizado** porque las estructuras de soporte (15) del tercer compartimento (3) constan fundamentalmente de un material sinterizado de plástico que lleva incorporadas partículas inorgánicas porosas y/o partículas de carbón activo.

17. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 16, **caracterizado** porque el primer compartimento (1) está unido por lo menos a un retrete (30) y porque el líquido del compartimento (3) utilizado como líquido de enjuague de por lo menos un retrete (30) puede retornarse al primer compartimento (1).

18. Dispositivo según una o varias de las reivindicaciones 9 a 17, **caracterizado** por como mínimo una unidad filtrante e higienizadora (24, 34, 35) para filtrar y desinfectar el líquido procedente del tercer compartimento (3) y utilizado

para el enjuague del retrete (30) o bien emitido al medio ambiente, habida cuenta de que el dispositivo filtrante o higienizador está constituido por un filtro de flujo cruzado (27) o bien el dispositivo higienizador (34) contiene un dispositivo para la exposición a rayos UV, pasteurización u oxidación anódica.

19. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 18, **caracterizado** por un cuarto compartimento (2b) que presenta condiciones aeróbicas de degradación, cuya entrada de líquidos está conectada con el segundo compartimento (2a) y cuya salida de líquidos está unida al tercer compartimento (3).

20. Dispositivo según la reivindicación 19, **caracterizado** porque el cuarto compartimento (2b) está dispuesto por encima del segundo compartimento (2a) y porque están previstos medios para difusión o borbotado de aire, porque el compartimento (2b) como estructura soporte biológicamente activa contiene un lecho de carbón activo (11), y porque puede existir además una estructura soporte (12) de material sinterizado de plástico con partículas inorgánicas porosas incrustadas y/o con carbón activo incorporado.

30

35

40

45

50

55

60

65

NOTA INFORMATIVA: Conforme a la reserva del art. 167.2 del Convenio de Patentes Europeas (CPE) y a la Disposición Transitoria del RD 2424/1986, de 10 de octubre, relativo a la aplicación del Convenio de Patente Europea, las patentes europeas que designen a España y solicitadas antes del 7-10-1992, no producirán ningún efecto en España en la medida en que confieran protección a productos químicos y farmacéuticos como tales.

Esta información no prejuzga que la patente esté o no incluida en la mencionada reserva.

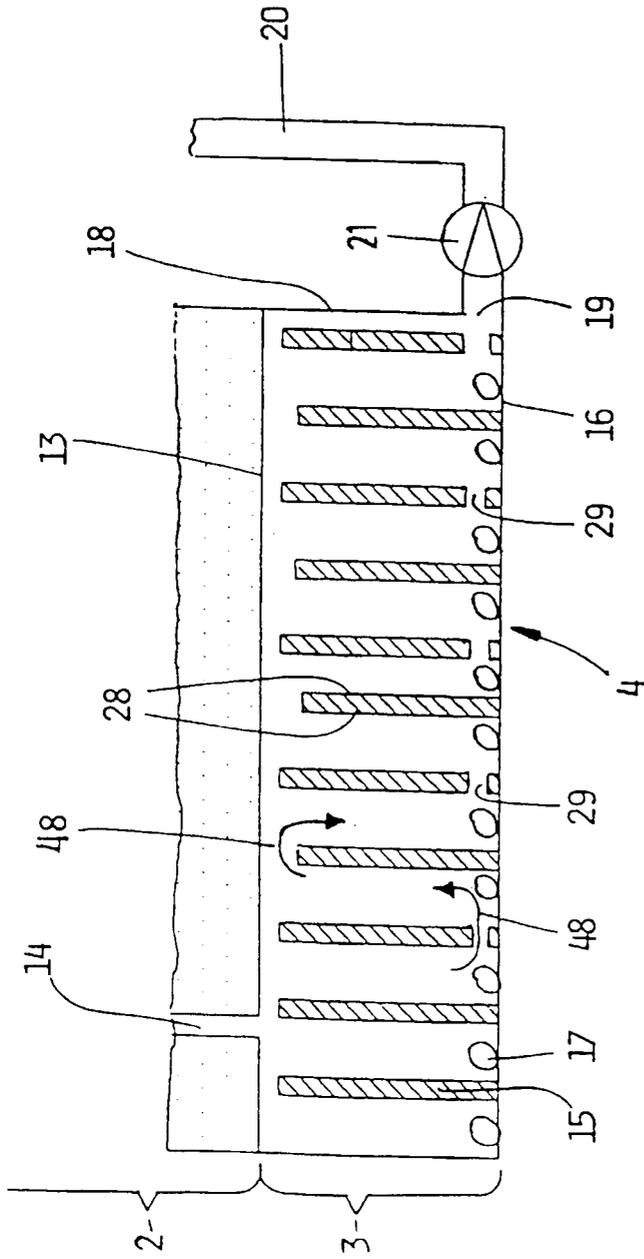


FIG. 3

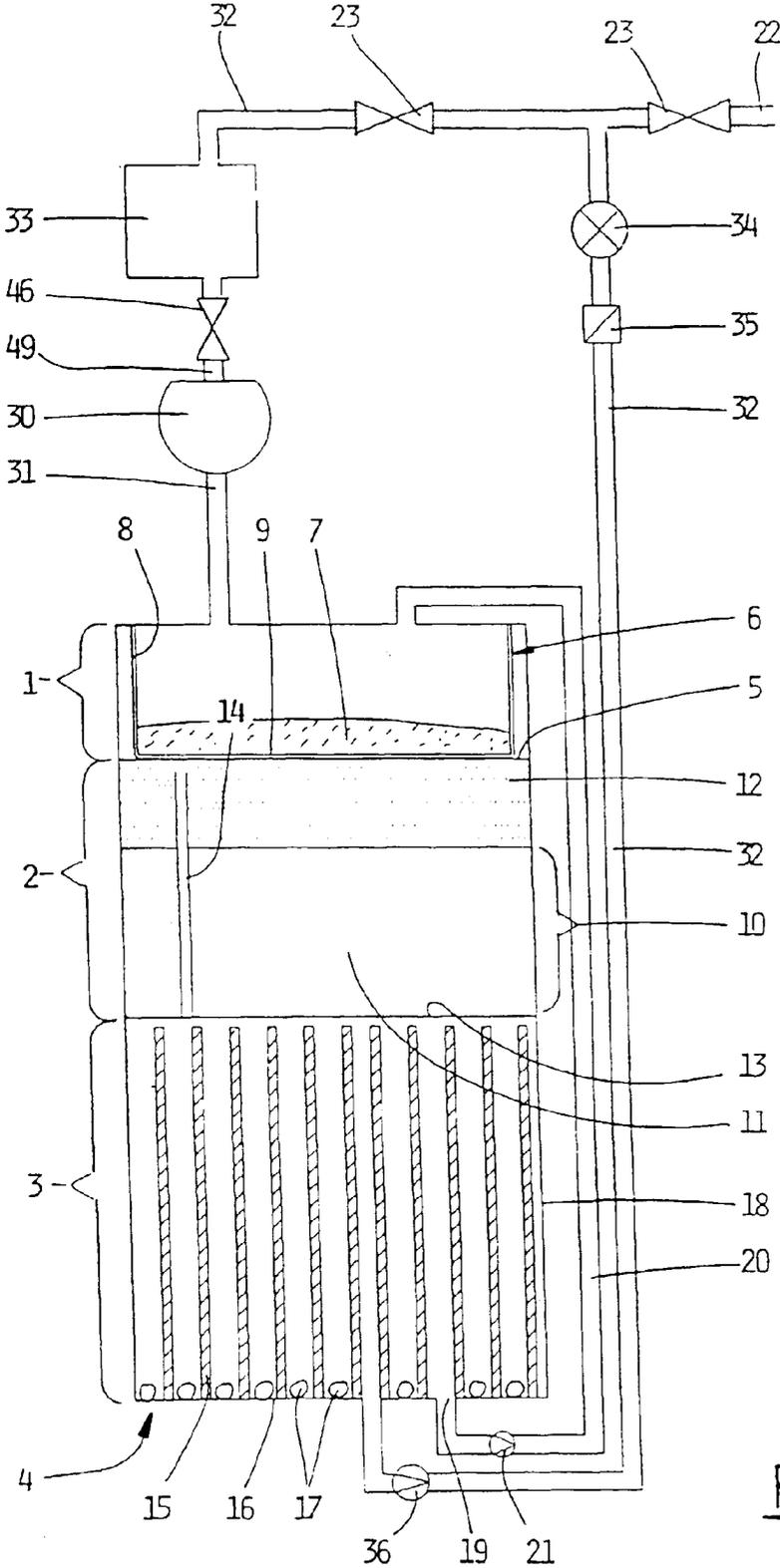


FIG.4

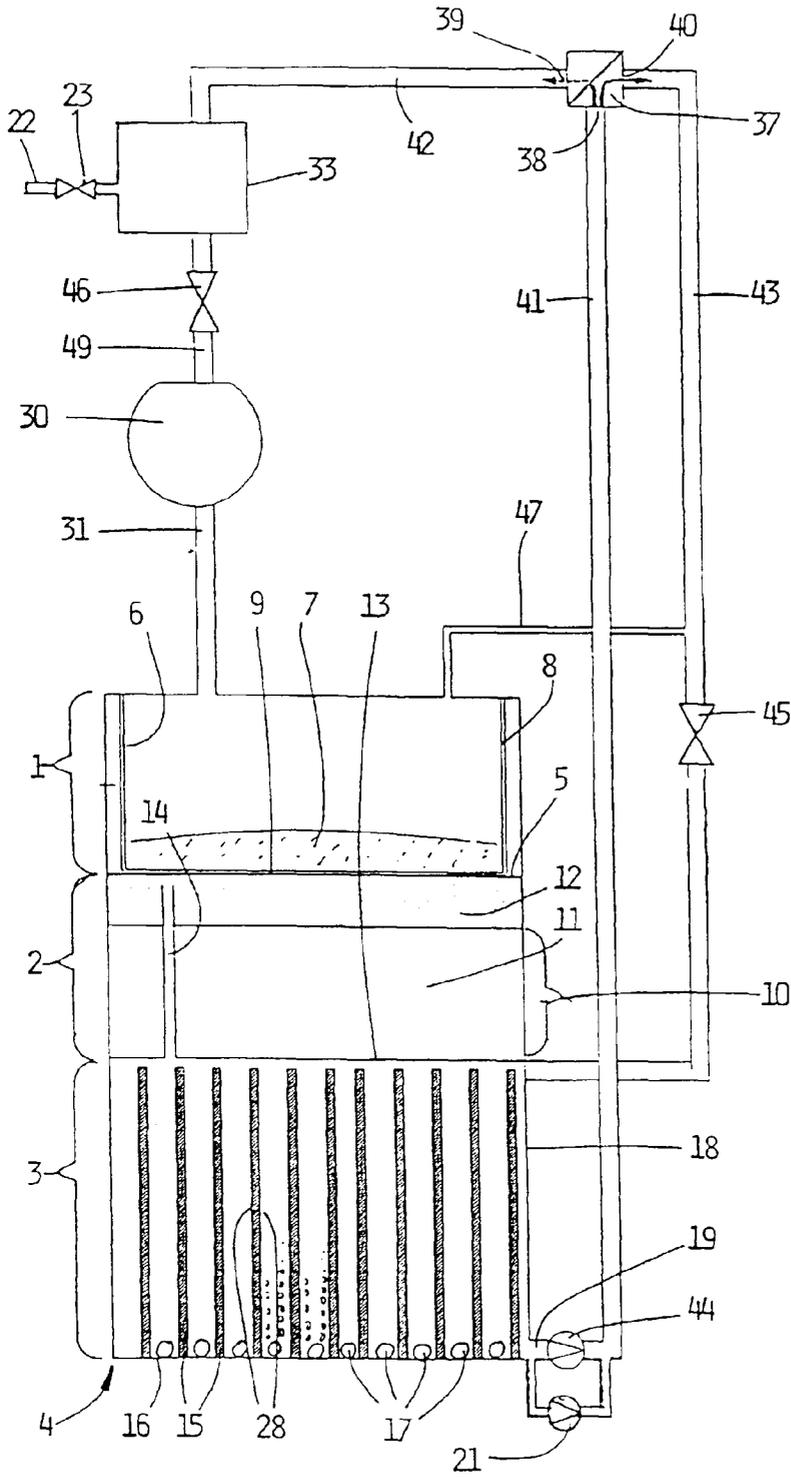


FIG. 5

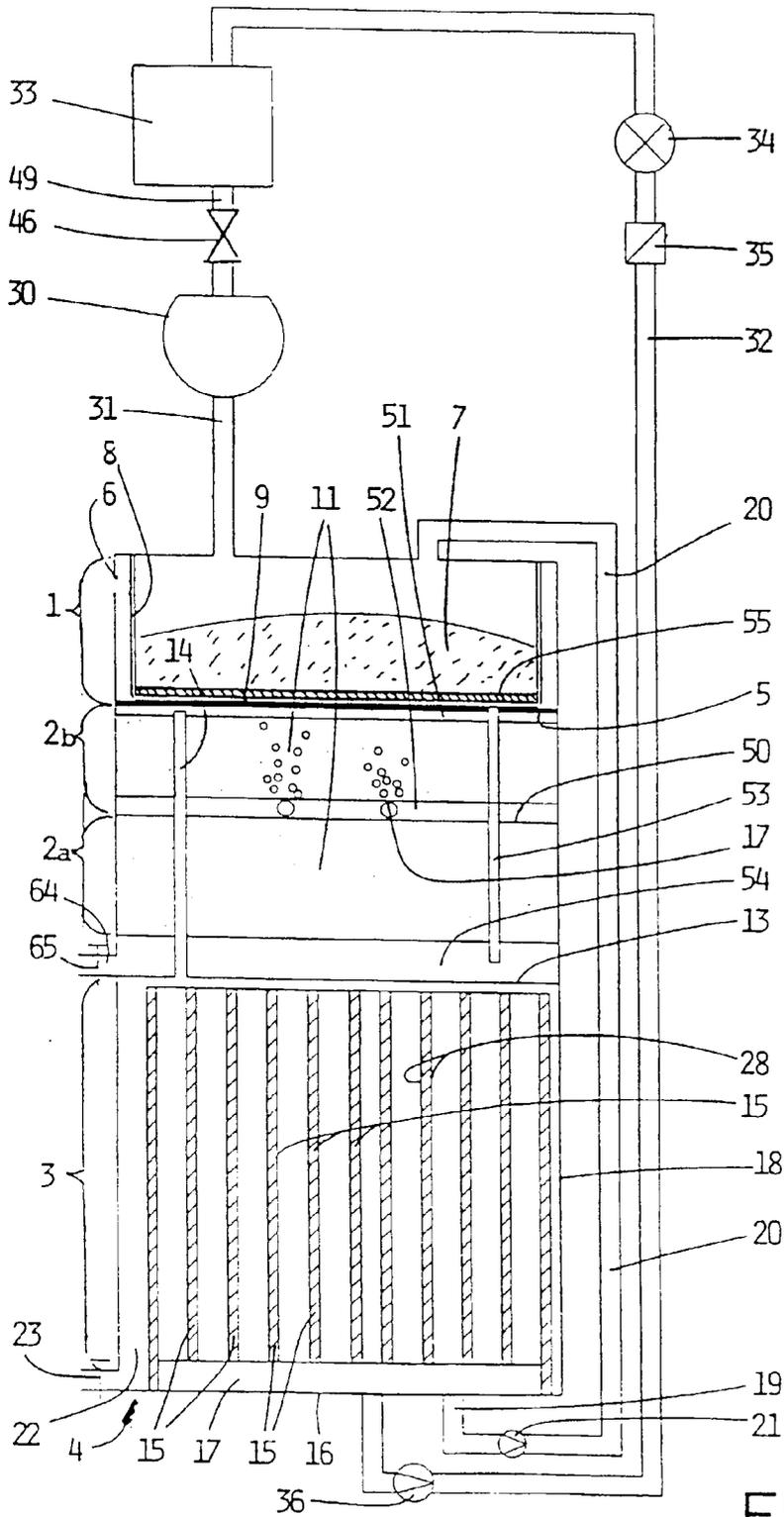


FIG. 6

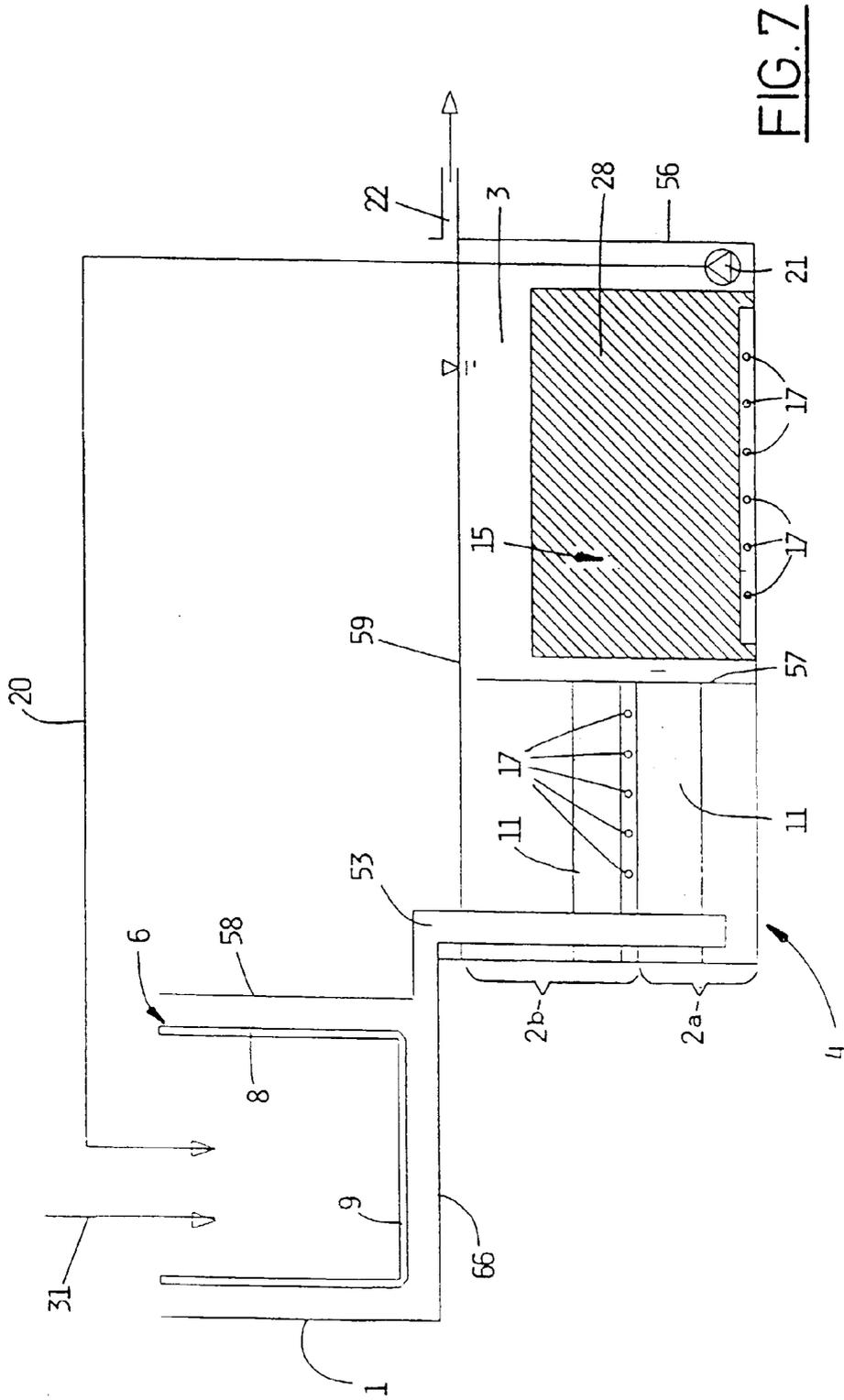


FIG. 7

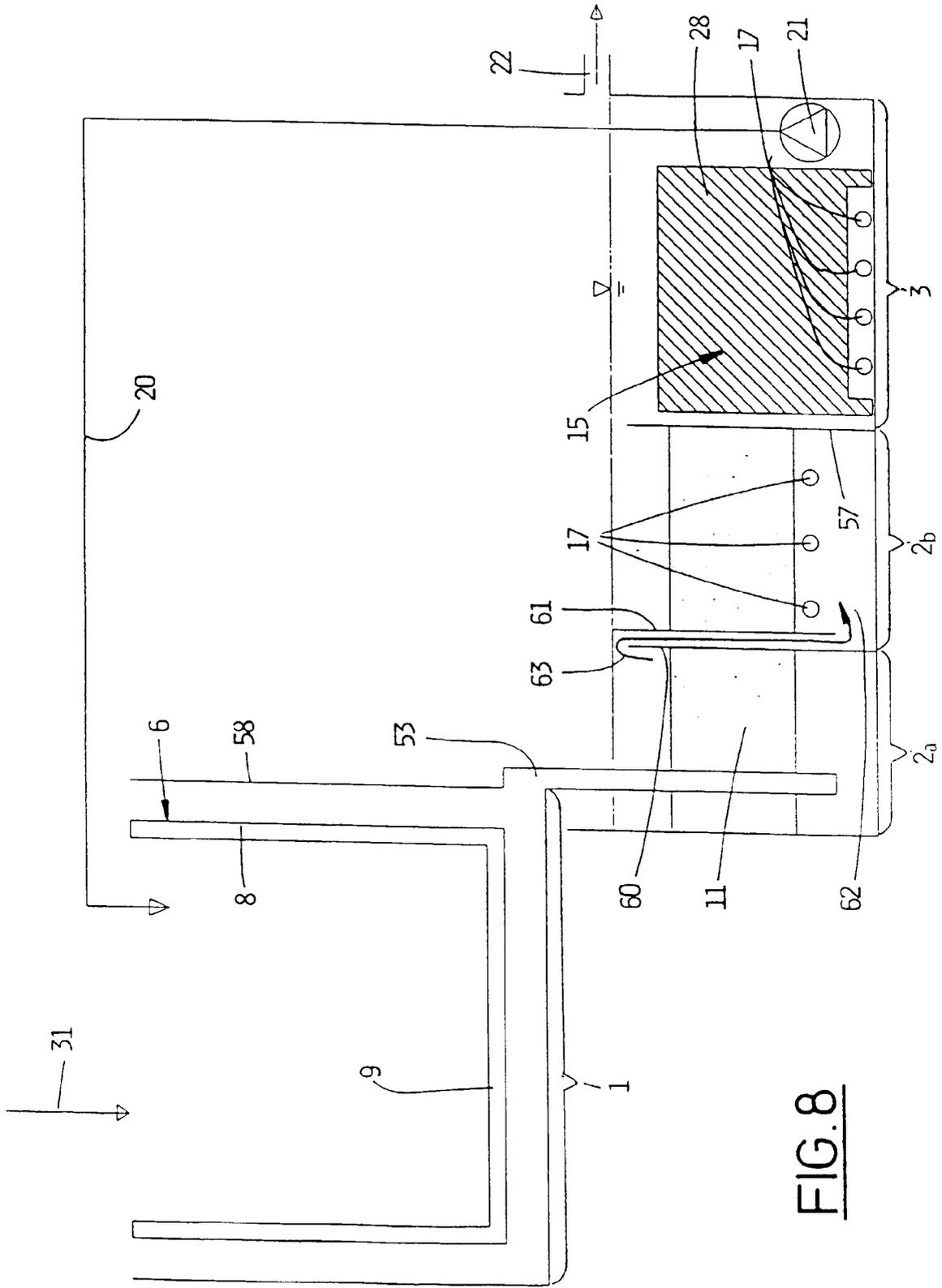


FIG. 8