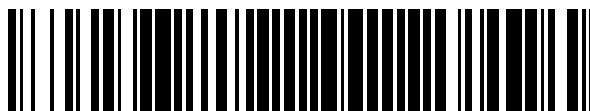


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 897**

51 Int. Cl.:

C02F 3/12 (2006.01)

B09C 1/10 (2006.01)

C02F 3/32 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2014 E 14158671 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 2918552**

54 Título: **Procedimiento para la separación de materias sólidas y recuperación de fosfatos a partir de suspensiones acuosas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.07.2017

73 Titular/es:

**PAULY, UDO (100.0%)
Brunnenbreite 22
37133 Friedland/Deiderode, DE**

72 Inventor/es:

**PAULY, UDO y
REHFUS, STEFAN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 623 897 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la separación de materias sólidas y recuperación de fosfatos a partir de suspensiones acuosas

5 **Campo técnico de la invención**

La invención se refiere a un procedimiento para la recuperación de fosfatos a partir de una suspensión de materias sólidas en una solución acuosa con los pasos de concentrar fosfatos en la solución acuosa, separar las materias sólidas de la solución acuosa y precipitar los fosfatos de la solución acuosa.

10

Estado de la técnica

Del documento DE 43 23 610 C1 se conoce una zona de almacenamiento provisional, la cual conforma un depósito intermedio para suelos o lodos a limpiar y en la cual se desarrollan procesos biológicos. La zona de almacenamiento provisional sirve para la limpieza biológica y/o la mineralización de suelos, lodos y aguas residuales, los cuales presentan carga de sustancias contaminantes orgánicas e inorgánicas. La zona de almacenamiento provisional presenta frente a la tierra una impermeabilización en forma de una lámina estanca al agua. Su base está cubierta con una carga de drenaje, la cual, o bien presenta compuestos de hierro o consiste completamente en éstos. Sobre la carga de drenaje hay dispuesto un material no tejido que deja pasar el agua, por encima del cual se introducen las sustancias a limpiar en la zona de almacenamiento provisional y conforman allí una capa de suelo o de lodo cargada con las sustancias contaminantes orgánicas e inorgánicas. En esta capa se plantan plantas adecuadas o correspondientes rizomas, a través de cuyas finas raíces llega oxígeno a la capa de suelo o de lodo. A través de un regulador del nivel del agua incorporado en una pared lateral, se ajusta un nivel de agua adecuado en la zona de almacenamiento provisional. La actividad de los microorganismos aerobios se favorece o se estabiliza mediante la adición precisa de nutrientes y/o aditivos. Mediante lluvia se produce una migración de sustancias contaminantes no transformadas, así como de productos de transformación de procesos aerobios, por ejemplo, sulfatos, fosfatos o metales pesados, de la zona aerobia superior a la zona anaerobia inferior de la zona de almacenamiento provisional. Los fosfatos reaccionan allí con los compuestos de hierro de la carga de drenaje, dando lugar por ejemplo, a FePO_4 y se fijan de esta manera en la carga de drenaje. El agua limpiada se evacua a través de un sistema de zanjas o una bomba.

30

El documento DE 197 00 434 C1 describe un procedimiento para la humificación de lodos residuales evitándose sustancias químicas. Para ello se introduce lodo residual líquido en una primera zona de almacenamiento provisional hasta una primera altura de llenado, el lodo residual líquido se seca, se siembran plantas de raíces finas, de rápido crecimiento, y se inicia una fase de crecimiento de las plantas durante un periodo predeterminado. Esto se repite hasta el llenado completo de la zona de almacenamiento provisional y tras volverse a dejar reposar se vacía la zona de almacenamiento provisional. En una forma de realización del procedimiento conocido, se llevan a cabo los pasos de procedimiento individuales en varias zonas de almacenamiento provisional de manera espaciada en el tiempo. Preferiblemente se usan tres zonas de almacenamiento provisional, de manera que por ejemplo, la introducción del lodo residual líquido en la primera zona de almacenamiento provisional se produce en paralelo al secado del lodo residual líquido y a la siembra de plantas de finas raíces, de rápido crecimiento en la segunda zona de almacenamiento y a la fase de crecimiento de las plantas en la tercera zona de almacenamiento provisional. Cada zona de almacenamiento provisional está rodeada por paredes y por una placa de base, por ejemplo, de hormigón, o por una capa de bloqueo de agua en dirección hacia el suelo y hacia los taludes laterales, o permeable al agua solo difícilmente. Sobre la placa de base o la placa bloqueante en dirección hacia el suelo se encuentra un drenaje de tuberías o de superficie, el cual se cubre por una capa de gravilla. La capa de gravilla se cubre por ejemplo, con una mezcla de minerales o bloques de hormigón. El agua sobrante se elimina con la ayuda de una construcción de pozos en las paredes. El agua de drenaje y el agua sobrante se suministran a través de conducciones de tuberías a una instalación de tratamiento de aguas residuales.

50

Para la recuperación de fósforo en la limpieza de aguas residuales se conoce el llamado procedimiento PRISA (del alemán *Phosphorrückgewinnung am Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen*) (Montag, 2008: *Phosphorrückgewinnung bei der Abwasserreinigung - Entwicklung eines Verfahrens zur Integration in kommunale Kläranlagen, Dissertation, RWTH Aachen*), el cual comprende las características del preámbulo de la reivindicación 1 independiente. Este procedimiento comprende antes y después de un tratamiento de lodos anaerobio, un espesado del lodo en un espesante previo y un espesante posterior. A continuación, se lleva a cabo una deshidratación de lodos mecánica. Un agua sobrante rica en fosfato del espesante previo, un agua sobrante rica en amonio y fosfato del espesante posterior y el agua de lodo de la deshidratación de lodos mecánica se filtran conjuntamente, por ejemplo, con la ayuda de un filtro textil. En un depósito de mezcla se añaden al filtrado óxido de magnesio como medio precipitante y sosa cáustica para el ajuste del valor de pH. En un depósito de cristalización se conforman cristales de fosfato de magnesio y amonio. El lodo residual deshidratado de la deshidratación de lodos mecánica ha de eliminarse por separado. Dado que la realización de este procedimiento requiere la inversión en un espesante previo, en un espesante posterior y máquinas para la deshidratación de lodos, puede usarse económicamente solo en el caso de grandes plantas de depuración.

65

Del documento US 3,236,766 A y del documento US 4,141,822 A se conoce también un procedimiento denominado

como procedimiento phostrip, para la separación de compuestos de fósforo de aguas residuales. Mediante el tratamiento de aguas residuales en bruto o tratadas previamente, se obtienen un sobrante, el cual en su mayor medida está libre de fosfato, así como un lodo rico en fosfato. Para ello se ajusta el valor de pH en el rango de aproximadamente 6,2 a aproximadamente 8,5. Las aguas residuales en bruto o tratadas previamente se mezclan con lodo, lo cual requiere para la conformación de un líquido mezclado homogéneo, como es necesario para una alta eficiencia del procedimiento, una fuerte agitación. Se suministra oxígeno al líquido mezclado y se disuelve en éste; se recupera lodo rico en fosfato y se produce un sobrante en gran medida libre de fosfato. El lodo rico en fosfato se mantiene en condiciones anaerobias durante algunas horas para reducir el contenido de fosfato en su fase sólida. Según el documento US 4,141,822 A el paso del fosfato a un líquido rico en fosfato que se deposita se acelera mediante la adición de un agente auxiliar. A continuación, se devuelve una parte del lodo a la mezcla con aguas residuales.

En un procedimiento descrito en el documento DE 2442031A1 se produce durante un tiempo de reposo de 2 a 20 horas en un depósito, una deposición del lodo, migrando los fosfatos solubles a la zona superior del lodo que se deposita. De esta manera resulta entre una capa de lodo y agua sobrante prácticamente libre de fosfato, una capa acuosa enriquecida con fosfatos, la cual a continuación se retira de la zona de deposición y se continua procesando mediante mezcla con un medio para la precipitación de los fosfatos. La capa de lodo se hace retornar al proceso, lo cual no obstante, conduce prácticamente a problemas al deponerse nuevamente el lodo. Como en el caso del procedimiento PRISA, para este procedimiento ha de superarse un alto esfuerzo de técnica de proceso; han de llevarse a cabo pasos de procedimiento especiales, y es necesaria mucha energía, por ejemplo, para agitar el lodo. Por lo tanto, este procedimiento es de igual modo, solo económico en el caso de uso a gran escala.

En el documento DE 10 2008 038 886 A1 se describe un procedimiento para la obtención selectiva de fósforo a partir de materias sólidas con contenido de metales pesados y fosfato. En este caso se trata la materia sólida con contenido de metales pesados y fósforo con microorganismos, los cuales comprenden microorganismos de lixiviación y de almacenamiento de polifosfatos. Esto se produce en condiciones aerobias ácidas y sirve para la liberación de metales pesados y fosfato de la materia sólida y para la absorción del fosfato liberado por parte de los microorganismos de almacenamiento de polifosfatos. A continuación, se separa biomasa enriquecida con fósforo. El fósforo acumulado es aprovechable para plantas y está libre de los metales pesados no deseados, de manera que la biomasa puede utilizarse como fertilizante con contenido de fosfato.

Horn, Sartorius, Tettenborn 2010: *Technologievorausschau für Phosphorrecyclingtechnologien (Arbeitspaket 6)* presenta una visión de conjunto sobre otros procedimientos para la recuperación de fosfato.

El documento WO 2012/150296 A2 divulga un procedimiento y una instalación para el desfosfatado de aguas residuales. Las aguas residuales se tratan en este caso previamente en un procedimiento previo biológico. Las aguas residuales tratadas previamente se inoculan en un depósito de reserva con coagulantes para la precipitación de fosfatos y en caso de necesidad se agitan para una mejor distribución de los coagulantes. A continuación, se conducen las aguas residuales a través de un filtro, el cual está sembrado de plantas de rizomas. Desde la superficie de este filtro se recogen los fosfatos precipitados. La inoculación con coagulantes en el depósito de reserva y la desviación de las aguas residuales a través del filtro vegetal puede llevarse a cabo en varias etapas que se suceden, se divulgan en particular dos etapas que se suceden con respectivamente un depósito de reserva y respectivamente un filtro vegetal.

45 **Objetivo de la invención**

La invención se basa en el objetivo de presentar un procedimiento con las características del preámbulo de la reivindicación 1, con el cual puedan recuperarse fosfatos a partir de aguas residuales domésticas e industriales, también en plantas depuradoras de agua de pequeñas dimensiones, por ejemplo, para menos de 100.000 habitantes, de manera eficiente en lo que a costes se refiere.

Solución

El objetivo de la invención se consigue según la invención mediante un procedimiento con las características de la reivindicación independiente. De las reivindicaciones dependientes se desprenden configuraciones ventajosas según la invención, del procedimiento.

Descripción de la invención

La invención se refiere a un procedimiento con el cual pueden recuperarse fosfatos a partir de una suspensión de materias sólidas en una solución acuosa. Este tipo de suspensiones pueden ser por ejemplo, aguas residuales domésticas o industriales, pero también residuos, por ejemplo, de la industria de producción de alimentos o de la agricultura. En un depósito de humificación se cubre una capa de drenaje con una capa orgánica reactiva, por ejemplo, de o a base de compost. La solución acuosa se introduce sobre esta capa orgánica reactiva. Como consecuencia de la fuerza de la gravedad, se produce una separación de la solución acuosa, que puede escurrir hasta la capa de drenaje, de las materias sólidas, que pasan a formar parte de la capa orgánica reactiva, sin que sea

necesario el uso de materiales filtrantes o energía. En la capa orgánica reactiva se produce una degradación biológica de materias sólidas con contenido de fosfato mediante bacterias, hongos y demás, también de descomponedores de mayor desarrollo, como gusanos de compost. En la capa orgánica reactiva se produce una fuerte reducción de volumen, de manera que respectivamente con una diferencia de pocos días pueden introducirse capas adicionales de suspensión acuosa. El depósito de humificación puede usarse por lo tanto durante varios años sin vaciarse, lo cual es particularmente eficiente. Mediante la degradación biológica aumenta la proporción del fosfato, el cual se presenta en forma soluble. Este fosfato soluble puede lixiviarse con la solución acuosa de la capa orgánica activa a la capa de drenaje. Desde allí, la solución acuosa se extrae cada vez que esto parezca conveniente debido a su contenido de fosfato enriquecido. La concentración de fosfato en la capa de drenaje se supervisa constantemente; esto puede ocurrir por ejemplo, mediante la recogida de muestras periódicas o la introducción de una sonda. La solución acuosa se retira preferiblemente cuando se ha alcanzado una concentración de fosfato particularmente ventajosa para la precipitación. La solución acuosa puede reconducirse al depósito de humificación cuando su concentración de fosfato se encuentra por debajo de un valor límite predeterminado. A partir de la solución acuosa extraída se precipitan los fosfatos disueltos y se presentan a continuación en una forma pura, la cual es adecuada por ejemplo, para el uso en fertilizantes. Las cantidades restantes de fosfatos, las cuales no se disuelven en la solución acuosa y que permanecen de forma permanente en las materias sólidas separadas y fuertemente reducidas en volumen, son accesibles de forma permanente debido a la deposición sobre la tierra de las materias sólidas en el depósito de humificación y en caso de necesidad pueden suministrarse mediante decorticación también a un uso adicional (por ejemplo, combustión con posterior recuperación de fosfatos a partir de las cenizas de combustión).

Adicionalmente a un depósito de humificación presente y a un recipiente para la precipitación, no se requieren para el procedimiento según la invención ningunas instalaciones adicionales. No ha de superarse tampoco ningún esfuerzo particular en lo que a técnica de procedimiento se refiere, dado que la separación de la suspensión acuosa y la concentración de los fosfatos en la suspensión acuosa se producen en un paso de trabajo y en el mismo depósito de humificación. Los depósitos de humificación existen ya de por sí en algunas plantas depuradoras de agua, en particular en las más pequeñas a partir de aproximadamente 1000 habitantes, o son en todo caso ventajosas para este tipo de plantas depuradoras de agua más pequeñas. El recipiente para la precipitación no ha de cumplir ningún requisito en particular; tampoco requiere mucho espacio.

La precipitación de los fosfatos puede producirse por ejemplo, mediante la adición de magnesio, de manera que se precipita MAP. Esto es particularmente ventajoso, dado que las concentraciones de fosfato y amonio presentes en la solución acuosa conducen ya en el caso de adiciones muy reducidas de magnesio, a la precipitación de MAP.

Para garantizar que no se da ningún riesgo medioambiental debido a materias salientes, el depósito de humificación se cierra en dirección hacia el suelo de forma estanca a los líquidos, por ejemplo, mediante una lámina o una cubeta de hormigón provista de un revestimiento estanco a los líquidos. Por el contrario, el depósito de humificación está normalmente abierto por su lado superior. De esta manera se favorecen los procesos de degradación mediante el suministro de aire, la radiación solar y otras influencias climatológicas.

Para controlar el espesado de las suspensiones, el depósito de humificación puede cubrirse en caso de necesidad total o parcialmente, de manera que por ejemplo, se favorece o se impide una dilución o la lixiviación mediante lluvia, pasando a formar parte el agua de lluvia de la solución acuosa. Esto puede llevarse a cabo por ejemplo, mediante un techo móvil o una lámina. De esta manera puede controlarse también el secado de las materias sólidas o de la capa orgánica reactiva mediante el control de la irradiación solar.

En una forma de realización de la invención, el secado de las materias sólidas o de la capa orgánica reactiva puede acelerarse además de ello, debido a que la capa de drenaje se calienta. De esta manera pueden ajustarse también condiciones de temperatura ideales para los procesos de degradación microbianos. Para el calentamiento puede usarse calor residual, por ejemplo, de una instalación de digestión, de un flujo de aguas residuales u otro calor de proceso resultante en la misma planta depuradora de agua, de manera que no resulta ninguna demanda de energía adicional.

Preferiblemente se supervisa con una sonda el potencial redox de la solución acuosa de la capa de drenaje. Para un desarrollo ideal de los procesos de degradación microbianos en la capa orgánica reactiva, se desean predominantemente procesos aerobios, por esta razón se buscan en su mayor medida compuestos oxidados en la solución acuosa extraída y con ello potenciales redox positivos en el rango de más de 100 mV. Si el potencial redox cae por debajo de este valor, se deja desecar la zona parcial en cuestión, del depósito de humificación, temporalmente, de manera que accede más oxígeno del aire a la capa orgánica reactiva.

La solución acuosa puede acumularse además de ello, de manera que llega hasta las materias sólidas solidificadas. De esta manera puede lixiviar fosfatos disueltos allí y llevarlos a la capa de drenaje.

La capa orgánica reactiva puede ser sembrada para favorecer mediante la creación de un espacio de raíces poblado con microbios, el proceso de degradación microbiano. Mediante la red de raíces, la capa es además ventilada y se forman pequeños canales, de manera que no se reduce el efecto de filtrado de la capa. Además de ello, una

introducción de oxígeno reforzada en la capa puede favorecer procesos de degradación aerobios. Las plantas sirven igualmente como depósito intermedio para diferentes sustancias, las cuales se ligan durante su crecimiento, como por ejemplo, dióxido de carbono y fosfatos. La concentración de los fosfatos de la suspensión acuosa se favorece mediante las plantas. Las plantas son fertilizadas por los fosfatos y son absorbidos durante su crecimiento. Las plantas conforman de esta manera un depósito de fosfatos temporal. Cuando las plantas mueren, ellas mismas pasan a formar parte de la capa orgánica. Los fosfatos almacenados son degradados y vuelven de esta manera de forma concentrada a la solución acuosa, con la que se inundan.

Como plantas se prefieren plantas C2, como por ejemplo, el carrizo (*Phragmites australis*). Es posible no obstante también, una plantación con plantas utilitarias, como por ejemplo, chopos o sauces para la obtención de madera o colza para la obtención de energía, de manera que se pone a disposición un uso adicional de la capa orgánica reactiva como superficie de cultivo, lo cual continúa aumentando la rentabilidad del procedimiento.

En una forma de realización de la invención, la suspensión acuosa se introduce a través de varios puntos de entrada distribuidos por la superficie del depósito de humificación. Cuando cada punto de entrada puede controlarse individualmente, esto posibilita el uso de varias superficies parciales del depósito de humificación, juntas o separadas. Cuando un depósito de humificación presenta por ejemplo, seis puntos de entrada, entonces tres puntos de entrada próximos pueden conformar juntos una zona parcial del depósito de humificación, la cual se explota conjuntamente. Otros dos puntos de entrada próximos pueden comenzar a usarse en un momento posterior y alimentar una zona parcial más pequeña, mientras que el sexto punto de entrada puede continuar sin usarse debido a carga baja. Si cae entonces por ejemplo, el potencial redox por debajo de un valor buscado en una zona parcial, entonces puede desecarse esta zona parcial, mientras que las aguas residuales que llegan pueden continuar procesándose en otras zonas parciales. En particular, zonas parciales individuales pueden servir también para el almacenamiento intermedio de materiales ligados, en particular de fosfatos ligados en plantas. Es posible además de ello, pretender en diferentes zonas parciales diferentes concentraciones de materia o espesados de las materias sólidas cargadas – dependiendo de su uso posterior -. Es posible también, dejar de usar zonas parciales individuales y retirar tras una fase en seco con separación máxima de la solución acuosa rica en fosfatos, las materias sólidas solidificadas del depósito de humificación y utilizarlas para un uso adicional. En este caso pueden recuperarse también fosfatos que han quedado en las materias sólidas cargadas y otras materias con valor, en cuanto que por ejemplo, se queman las materias sólidas y se recuperan las materias con valor a partir de las cenizas que resultan.

De las reivindicaciones, de la descripción y de los dibujos resultan perfeccionamientos ventajosos de la invención. Las ventajas mencionadas en la descripción, de características y de combinaciones de varias características, son solo a modo de ejemplo y pueden hacer su aparición alternativa o acumulativamente, sin que las ventajas deban lograrse obligatoriamente mediante formas de realización según la invención. Sin que debido a ello se modifique el objeto de las reivindicaciones que acompañan, tiene validez en lo que se refiere al contenido de la divulgación de los documentos de solicitud originales y de la patente, lo siguiente: otras características se desprenden de los dibujos - en particular de las geometrías representadas y de las dimensiones relativas de varios componentes entre sí, así como de su disposición relativa y conexión operativa -. La combinación de características de diferentes formas de realización de la invención o de características de diferentes reivindicaciones, es posible también desviándose de las referencias de las reivindicaciones y se sugiere desde aquí. Esto se refiere también a aquellas características, las cuales se representan en dibujos separados o que se mencionan en su descripción. Estas características pueden combinarse también con características de diferentes reivindicaciones. Igualmente pueden suprimirse características mencionadas en las reivindicaciones en otras formas de realización de la invención.

Las referencias contenidas en las reivindicaciones no representan ninguna limitación del alcance de los objetos protegidos por las reivindicaciones. Sirven solo para el fin de hacer más fácilmente inteligibles las reivindicaciones.

Breve descripción de las figuras

En lo sucesivo se explica con mayor detalle y se describe la invención mediante ejemplos de realización preferidos representados en las figuras.

La Fig. 1 muestra un depósito de humificación con un contenedor separado para la precipitación de fosfatos a partir de una solución acuosa extraída del depósito de humificación.

La Fig. 2 muestra esquemáticamente el recorrido de la suspensión acuosa a través del depósito de humificación y del contenedor según la Fig. 1.

La Fig. 3 es una vista superior de un depósito de humificación, el cual está dividido en varias zonas parciales con respectivamente un punto de entrada.

Descripción de las figuras

La Fig. 1 muestra un depósito de humificación 10, el cual está sellado con una capa 7 estanca al agua, por ejemplo, una lámina de material plástico, por abajo y lateralmente, por ejemplo, frente al suelo y terraplenes de tierra. Por

encima de la capa 7 estanca al agua se encuentra una capa de drenaje 1, por ejemplo, de gravilla de drenaje, sobre la cual se colocó una capa orgánica reactiva 2, por ejemplo, a base de compost. En la capa orgánica reactiva 2 hay plantadas plantas 3, las cuales atraviesan con sus raíces la capa orgánica reactiva 2. Las plantas 3 dan lugar a la introducción de oxígeno O₂ en la capa orgánica reactiva 2, así como al intercambio de dióxido de carbono CO₂. Una conducción de tubería 24, la cual primeramente se extiende por debajo de la capa 7 estanca al agua y sube en el centro del depósito de humificación 10 a través de todas las capas hasta la altura del borde del depósito de humificación, conforma un punto de entrada 5. A través del punto de entrada 5 se introduce la suspensión 4 de materias sólidas en una solución acuosa 6 sobre la capa orgánica reactiva 2. La solución acuosa 6 filtrada por la suspensión acuosa 4 escurre como consecuencia de la fuerza de la gravedad a la capa de drenaje 1 y se bombea para la precipitación de fosfatos a un contenedor separado. Las materias sólidas de la suspensión 4 pasan a formar parte de la capa orgánica reactiva 2. El depósito de humificación 10 puede cubrirse total o parcialmente con un techo 9.

La Fig. 2 muestra esquemáticamente el recorrido de la suspensión 4 o de la solución acuosa a través del depósito de humificación 10 y el contenedor 8. La suspensión 4 se introduce en su estado en bruto en el depósito de humificación 10. Adicionalmente pueden añadirse para favorecer su deshidratación, polímeros 19. La solución acuosa 6 filtrada se bombea mediante una bomba 13 al recipiente 8, en el cual mediante la adición de magnesio se precipita fosfato de magnesio y amonio 20. Desde el contenedor 8, la solución acuosa 14 libre de fosfatos puede llevarse a una instalación de depuración de aguas residuales 17. La solución acuosa 6 se supervisa con una sonda de medición de redox 11. En caso de que el potencial redox cayese por debajo de un valor de orientación de 100 mV, y existiese de esta manera un indicio del predominio de procesos anaerobios no deseados en la capa orgánica reactiva 2, puede detenerse una alimentación adicional de la suspensión acuosa 4. De esta manera pueden recuperarse las plantas 3 y vuelve a aumentar la introducción de oxígeno y favorece el aumento de procesos aerobios. Una sonda de medición de fosfato 12 mide la concentración de fosfato en la solución acuosa 6 retirada. Si la concentración de fosfato se encuentra por debajo de un valor deseado, la solución acuosa 6 puede suministrarse en lugar de al recipiente 8, nuevamente al depósito de humificación 10 como producto reciclado 16, opcionalmente mediante riego por aspersión 15 sobre el depósito de humificación 10. Al producto reciclado 16 se le pueden añadir metales alcalinos o alcalinotérreos 18 para aumentar el valor de pH y para lograr una composición ventajosa de la solución acuosa 6 para la precipitación de fosfato de magnesio y amonio 20. El enriquecimiento de fosfato en la solución acuosa 6 puede controlarse además de ello, mediante el uso del techo 9. Con el techo puede bloquearse agua de lluvia H₂O para el espesado de la suspensión 4 introducida en el depósito de humificación 10, o a la inversa, puede evitarse una evaporación de H₂O debida a calor solar.

La Fig. 3 muestra un depósito de humificación 10, el cual está dividido por varios, en este caso seis, puntos de entrada 5 controlables por separado, en zonas parciales 21 a 23 explotadas por separado. Tres puntos de entrada 5 próximos entre sí definen una primera zona parcial 21 del depósito de humificación, mientras que otros dos puntos de entrada 5 próximos alimentan una segunda zona parcial 22 más pequeña del depósito de humificación. Una tercera zona parcial 23 más pequeña del depósito de humificación está definida por el sexto punto de entrada 5. También aunque la solución acuosa 6 se retire centralmente del depósito de humificación 10, en caso de carga de solo una de las zonas parciales 21 a 23, puede asignarse a esta zona parcial. De esta manera, puede suministrarse entonces solución acuosa 6 de forma precisa al depósito 8 para la precipitación de fosfatos, cuando tiene su origen en la carga de una zona parcial 21 a 23, en la cual las plantas 3 están muriendo, y de esta manera liberar durante su crecimiento fosfatos ligados en forma concentrada en la solución acuosa 6.

45 Lista de referencias

1	Capa de drenaje
2	Capa orgánica reactiva
3	Plantas
50	4 Suspensión acuosa
	5 Punto de entrada
	6 Solución acuosa
	7 Capa estanca al agua
55	8 Contenedor
	9 Techo
	10 Depósito de humificación
	11 Sonda de medición de redox
	12 Sonda de medición de fosfato
	13 Bomba
60	14 Solución acuosa libre de fosfato
	15 Riego por aspersión
	16 Producto reciclado
	17 Planta depuradora de agua residual
	18 Metales alcalinos o alcalinotérreos
65	19 Polímeros
	20 Fosfato de magnesio y amonio (MAP)

- 21 Zona parcial
- 22 Zona parcial
- 23 Zona parcial
- 24 Conducción de tubería

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la recuperación de fosfatos a partir de una suspensión (4) de materias sólidas en una solución acuosa (6) con
- concentración de fosfatos en la solución acuosa (6),
 - separación de las materias sólidas de la solución acuosa (6) y
 - precipitación de los fosfatos de la solución acuosa (6),
- 10 **caracterizado**
- **por que** la concentración y la separación comprenden
- 15
 - disponer una capa de drenaje (1) y una capa orgánica reactiva (2) en un depósito de humificación (10),
 - introducir la suspensión (4) por encima de la capa orgánica reactiva (2) en el depósito de humificación (10),
 - aumentar la proporción de los fosfatos que están presentes en la capa orgánica reactiva (2) en forma soluble, mediante la degradación biológica de materias sólidas con contenido de fosfato,
 - lixiviar los fosfatos solubles desde la capa orgánica reactiva (2) a la capa de drenaje (1) con la solución acuosa (6),
- 20
 - supervisar la concentración de fosfato en la solución acuosa (6) de la zona de la capa de drenaje (1) y
 - extraer de forma intermitente la solución acuosa (6) de la zona de la capa de drenaje (1) y
- 25
 - **por que** la precipitación de los fosfatos de los volúmenes extraídos de solución acuosa con contenido de fosfato aumentado se produce a partir de un valor límite predeterminado de la concentración de fosfato.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por** el sellado estanco a los líquidos del depósito de humificación (10) hacia el suelo y exposición a las condiciones climatológicas de las suspensiones (4) introducidas en el depósito de humificación (10).
- 30 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** la supervisión del potencial redox de la solución acuosa (6) desde la zona de la capa de drenaje (1).
- 35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** la retroalimentación de solución acuosa (6) extraída, cuyo contenido de fosfato se encuentra por debajo de un valor umbral predeterminado, al depósito de humificación (10).
- 40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el ajuste sucesivo de diferentes grados de secado de materias sólidas acumuladas en el depósito de humificación (10).
- 45 6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por** la acumulación de la solución acuosa (6) hasta la zona de las materias sólidas acumuladas antes de extraerse la solución acuosa (6) de la zona de la capa de drenaje (1).
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** la adición de magnesio a los volúmenes de la solución acuosa (6) con contenido de fosfato elevado para precipitar fosfato de magnesio y amonio.
- 50 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** la plantación de plantas en la capa orgánica reactiva (2).
- 50 9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por** la plantación con plantas de la capa orgánica reactiva (2) con plantas C2.
- 55 10. Procedimiento según las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por** la plantación de plantas en la capa orgánica reactiva (2) con plantas útiles para la obtención de materias primas renovables.
- 60 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el uso de un compost para la capa orgánica reactiva (2).
- 60 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** la introducción selectiva de la suspensión acuosa (4) en varias zonas parciales (21 a 23) del depósito de humificación (10), distribuidas por la extensión del depósito de humificación (10).
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el calentamiento del depósito de humificación (10).

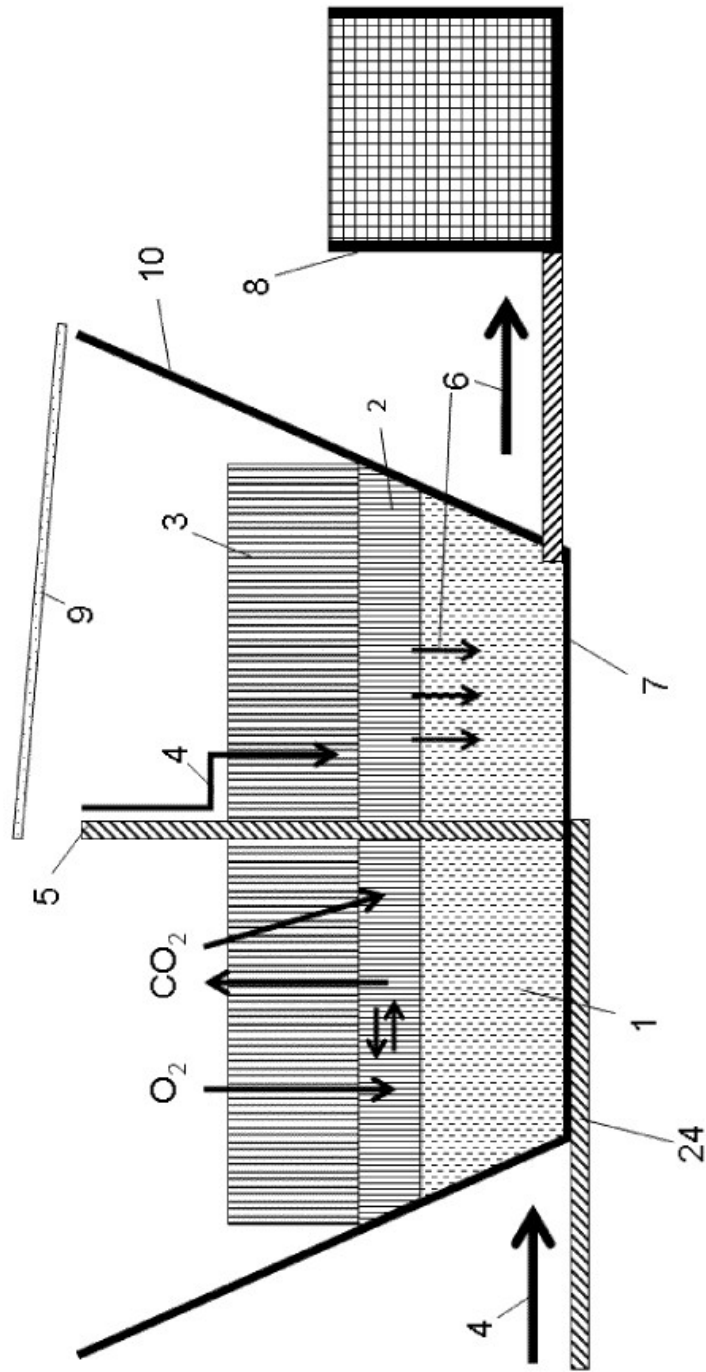


Fig. 1

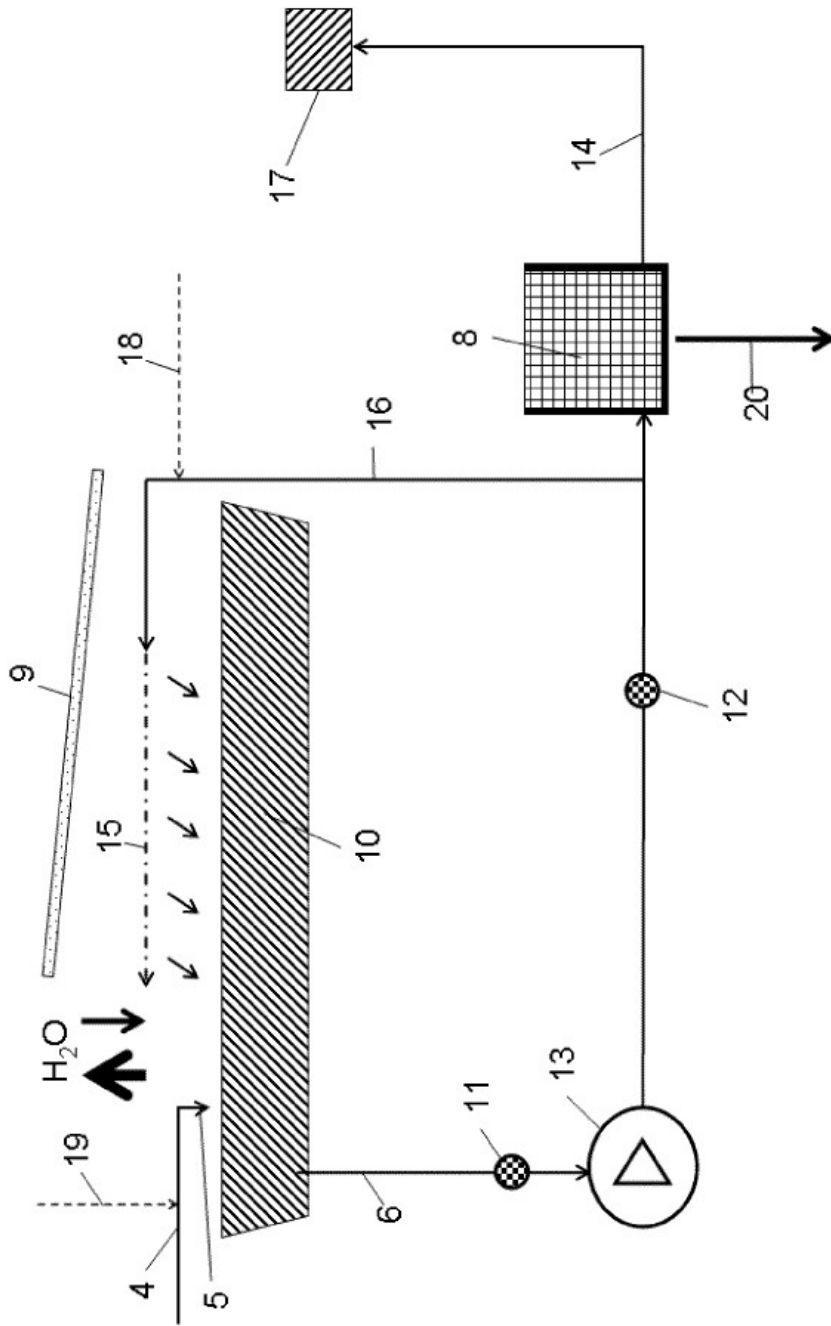


Fig. 2

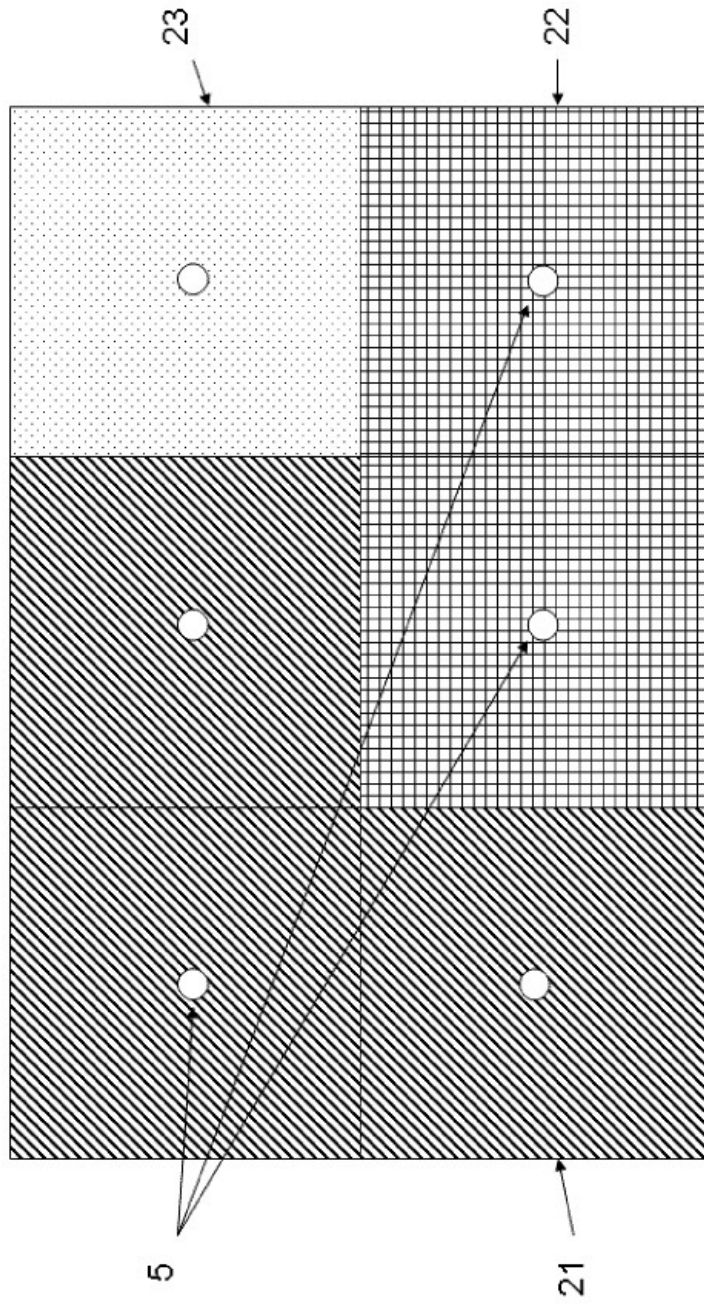


Fig. 3