(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 392 993**

(51) Int. Cl.:

E03B 3/00 (2006.01)
C02F 3/04 (2006.01)
E21B 43/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **07120361 .6**
(96) Fecha de presentación: **09.11.2007**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2058441**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **13.05.2009**

(54) Título: **Sistema de almacenamiento de agua y de depuración de agua**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:

17.12.2012

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

17.12.2012

(73) Titular/es:

LUXIN (GREEN PLANET) AG (100.0%)
BRAMBERGSTRASSE 18
6004 LUZERN, CH

(72) Inventor/es:

BURKHARDT, HOLGER y
GLANZMANN, ARTHUR

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 392 993 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

Sistema de almacenamiento de agua y de depuración de agua

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de almacenamiento de agua y de depuración de agua.

Antecedentes de la invención

El agua es un artículo consumible valioso y, debido al aumento de la población mundial y del requisito aumentado causado por ello de alimentos, cada vez es más valioso. El abastecimiento de los seres humanos con agua limpia plantea un gran problema logístico no solamente a los países en desarrollo. Solamente el 0,3% de las reservas mundiales de agua están disponibles como agua potable. La escasez de agua puede desarrollarse sobre todo en los países con bajas precipitaciones hasta dar una crisis de agua. La creación de nuevos espacios habitables se evita en muchos lugares debido a una carencia existente de agua. De este modo, por ejemplo, la urbanización de regiones desérticas o de estepa es extremadamente problemática debido a la carencia de agua. Desde puntos de vista económicos se sugiere incluso la obtención de agua y el almacenamiento de agua en zonas más ricas en precipitaciones. Como los sistemas hidrológicos probablemente más sencillos para el almacenamiento de agua se conocen los pantanos y recipientes de recogida de agua subterráneos. Para adoptar medidas frente a la escasez de agua existe una necesidad de tecnologías particularmente adaptadas para el tratamiento de agua y el almacenamiento de agua.

En el documento US 6.120.210 B1 está descrito un procedimiento para el almacenamiento y para el transporte de agua, por ejemplo, agua de lluvia, conduciéndose el agua bajo un potencial hidrológico a través de un material poroso de un canal natural, por ejemplo, un valle fluvial y suministrándose a continuación al consumidor final.

Además, por el documento WO 2005/123597 A1 se conoce un aquitransistor, que contiene una pluralidad de conducciones tubulares perforadas que están incluidas en una matriz de materiales porosos. Para la filtración y el almacenamiento se conduce agua con un potencial hidrodinámico a través del material poroso del aquitransistor antes de que fluya a las conducciones tubulares perforadas y desde ahí se aspire mediante un dispositivo de bombeo.

Los procedimientos y dispositivos conocidos para la depuración de agua y/o el almacenamiento de agua tienen la desventaja de que no se pueden utilizar localmente de forma independiente de las circunstancias geográficas y/o las condiciones del suelo. Por ejemplo, se pueden producir pérdidas de agua o mermas de la calidad. Para mejorar la calidad del agua purificada se requiere con frecuencia una purificación adicional del agua, que a su vez es muy costosa.

El documento DE 41 12 802 C1 muestra un sistema de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento EP 1 245 537 A2 muestra una instalación clarificadora de plantas con entrada y salida, que presenta una carcasa de instalación clarificadora pre-confeccionada con un conducto de entrada, un bancal de plantas y un conducto de salida, que están unidos entre sí y con el entorno de forma fluídica, de tal manera que puede fluir agua al interior, a través y fuera del sistema.

El documento WO 01/77032 A1 muestra una instalación de biofiltro para la depuración de agua industrial, que se introduce en una capa de turba para la depuración, que se retiene por una rejilla de metal a través de la cual puede infiltrarse el agua depurada en la tierra.

El documento WO 2006/058441 A1 desvela un poliuretano así como un geotextil producido con el mismo.

Objetivo de la invención

Se puede considerar el objetivo de la presente invención poner a disposición un sistema para el almacenamiento de agua y la depuración de agua, que se pueda utilizar independientemente del lugar y con el que se pueda purificar de forma particularmente económica agua con muy buena calidad.

El objetivo se resuelve con las características de la reivindicación independiente 1.

Resumen de la invención

La invención se refiere a un sistema de almacenamiento de agua y de depuración de agua, que presenta: un depósito que está lleno al menos parcialmente con material poroso, un recipiente de recogida de agua y al menos dos capas de barrera para la prolongación del camino de infiltración del agua, estando dispuestas las capas de barrera en el interior del depósito esencialmente impermeable a agua, artificial y delimitado hacia el exterior, estando

provistas las capas de barrera respectivamente de al menos un paso para agua y encontrándose material poroso respectivamente por encima y por debajo de las capas de barrera; presentando el recipiente de recogida de agua por encima de la capa de barrera superior una primera abertura y por debajo de la capa de barrera inferior al menos una segunda abertura, a través de la cual puede fluir agua; ocupando el paso para agua con respecto a la superficie total de la capa de barrera un área superficial del 5% al 20% y estando dispuesto en la zona externa de la capa de barrera; y estando dispuestos los pasos para agua de respectivamente dos capas de barrera adyacentes de forma desplazada entre sí. El sistema está caracterizado por que el recipiente de recogida de agua se extiende en el depósito desde su fondo hacia arriba al menos hasta su superficie y por que los poros del material poroso tienen un diámetro inferior a 0,1 μm.

Mediante el depósito esencialmente impermeable a agua, artificial y delimitado hacia el exterior se consigue que en la medida de lo posible no pueda infiltrarse agua a depurar y a almacenar en capas porosas ubicadas más profundamente con mayor capilaridad y, de este modo, ya no esté disponible para el sistema.

Además, gracias al depósito se da lugar a que en la medida de lo posible no pueda difundir agua, que, por ejemplo, está contaminada y/o cargada con contaminantes, al interior del sistema de acuerdo con la invención. Por ello se asegura la alta calidad del agua dentro del sistema.

Mediante el uso de las al menos dos capas de barrera, además, se consigue que se prolongue el camino de infiltración del agua a través del material poroso y, por tanto, el agua pueda retenerse (almacenarse) significativamente más tiempo debajo de la tierra. A este respecto, el sistema de acuerdo con la invención no tiene que estar configurado de forma particularmente profunda, lo que hace que sea económico en su instalación y mantenimiento. Por ejemplo, también se puede concebir utilizar para el sistema explotaciones a cielo abierto cerradas, minas u otros fosos ya existentes o disponer, el sistema debajo de una piscina.

Además, se ha mostrado que este sistema se puede usar para el tratamiento de agua y la purificación de agua independientemente del lugar, es decir, independientemente de las circunstancias geográficas y/o de las condiciones del suelo localmente. El uso de material poroso en un depósito esencialmente impermeable a agua, artificial, delimitado hacia el exterior, aislado, además permite la purificación de agua con alta calidad y el almacenamiento de agua en la medida de lo posible sin pérdida de agua.

Las reivindicaciones dependientes 2 a 13 se refieren a formas de realización preferentes del sistema de acuerdo con la invención.

Figuras

La invención se describe con más detalle a continuación con referencia a algunas formas de realización, que están mostradas en las Figuras adjuntas 2 y 3. Muestran:

La **Figura 1**: un sistema de almacenamiento de agua y de depuración de agua con una capa de barrera, que, sin embargo, no se incluye en la invención

La **Figura 2**: un sistema de almacenamiento de agua y de depuración de agua de acuerdo con la invención con tres capas de barrera

La **Figura 3**: un sistema de almacenamiento de agua y de depuración de agua de acuerdo con la invención con tres capas de barrera para superficies útiles agrícolas

La **Figura 4**: un sistema de almacenamiento de agua y de depuración de agua con capas porosas de distinto tipo para la horticultura intensiva, que, sin embargo, no se incluye en la invención

Descripción más detallada de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de almacenamiento de agua y de depuración de agua.

La **Figura 1** muestra un sistema 1 para el almacenamiento de agua y la depuración de agua. Las Figuras 2 y 3 muestran un sistema para el almacenamiento de agua y la depuración de agua de acuerdo con la invención. El sistema 1, tal como se representa en las **Figuras 1**, **2** y **3**, presenta un depósito 2 esencialmente impermeable a agua, artificial y delimitado hacia el exterior.

Mediante el uso de un depósito 2 artificial, esencialmente impermeable a agua se consigue que en la medida de lo posible no se pierda agua desde el sistema 1 de acuerdo con la invención hasta capas más profundas, porosas, que atraen el agua.

La infiltración sencilla de agua en capas ubicadas más profundamente es un problema, lo que ocurre en muchos lugares en el mundo. Como ejemplo se menciona este punto la meseta elevada de Johannesburgo. Esta meseta es

conocida ya que el agua, debido a la porosidad del suelo, desaparece en corrientes subterráneas ubicadas más profundamente y, por tanto, ya no está disponible para la capa superior que contiene humus. En esta área durante los meses invernales e incluso durante más tiempo no es posible casi ninguna vegetación.

Además, mediante el depósito 2 esencialmente impermeable a agua, artificial, se da lugar a que en la medida de lo posible no pueda infiltrarse agua que, por ejemplo, está contaminada y/o que contiene sal, desde el exterior en el sistema de acuerdo con la invención y disminuir por ello la calidad del agua a almacenar y a depurar.

El depósito 2 tiene además la ventaja de que el sistema 1 de acuerdo con la invención se puede usar independientemente del lugar, es decir independientemente de la naturaleza geológica, de las condiciones climáticas y/o de las condiciones del suelo localmente para la purificación de agua o el almacenamiento de agua.

El depósito 2, tal como se representa en la **Figura 1**, puede estar configurado con forma de cubeta. Sin embargo, puede tener también cualquier otra forma adecuada. Por ejemplo, puede estar conformado con forma de semiesfera.

El depósito 2 puede presentar cualquier tamaño adecuado. Sin embargo, se ha visto que es ventajoso adaptar el tamaño del depósito 2 a la cantidad esperable de precipitaciones y a la cantidad de agua a almacenar. Si el depósito está dispuesto, por ejemplo, debajo de una piscina, preferentemente presenta al menos la mitad del volumen de la piscina.

El tamaño del depósito 2 también puede depender de si el sistema 1 de acuerdo con la invención se usa para el almacenamiento de agua, la depuración de agua y/o el riego. Por ejemplo, un sistema 1 de acuerdo con la invención, que se usa principalmente para el riego, puede estar configurado más bien plano.

El depósito 2 está lleno al menos parcialmente con material poroso 3. Con "al menos parcialmente" ha de entenderse en el marco de la presente invención que el depósito 2 se tiene que llenar con al menos tanto material poroso 3 como sea necesario para conseguir un almacenamiento y una depuración lo suficientemente buenos del agua.

Preferentemente, en el caso del material poroso 3 se trata de gravilla, grava, arena (por ejemplo, arena de cuarzo) o de una mezcla de las mismas. No obstante, también se puede usar barro, lodo y/o arcilla. También se pueden usar otros materiales, tales como, por ejemplo, plásticos, cuando debido a su porosidad, la relación del volumen de todas sus cavidades con respecto a su volumen externo, están en disposición de almacenar y transportar agua.

Con respecto al tamaño de poro de un material poroso 3 ha de diferenciarse entre poros gruesos, finos y finísimos. Los poros gruesos (macroporos) tienen un diámetro de poro de > 1 mm (son visibles a simple vista). En el caso de los poros finos se trata de microporos con un diámetro de poro de 0,1 a 0,1 μm. Estos poros capilares transportan el agua. Los poros finísimos, denominados también ultramicroporos o poros de gel, tienen un diámetro de poro de < 0,1 μm y colaboran en el lento transporte de agua de larga duración.

Se usa exclusivamente material poroso 3 con poros finísimos. Por ello se consigue un transporte de agua particularmente lento. Este, a su vez, da lugar a que el agua se pueda retener mucho tiempo dentro del depósito 2 y, por tanto, se pueda almacenar. En este caso se tiene que prever preferentemente un tiempo de circulación de 10 a 30 días. Se ha visto que es particularmente ventajoso un tiempo de circulación de al menos 21 días.

El sistema 1 de acuerdo con la Figura 1 comprende una capa de barrera 5 (**Figura 1**). El sistema de acuerdo con la invención de acuerdo con las Figuras 2 y 3 comprende varias capas de barrera 5, que están dispuestas en el interior del depósito 2. Además, la capa de barrera 5 está provista de al menos un paso 6 para agua (**Figuras 1**, **2**, **3**).

Sin tener en cuente el paso 6, que es permeable a agua, la capa de barrera 5 está fabricada a partir de un material que es esencialmente impermeable a agua.

Por "esencialmente impermeable a agua" se entiende en el marco de la presente invención que la capa de barrera 5 está configurada de tal manera, que la parte principal del agua que se infiltra a través del depósito 2 se ve obstaculizada en llegar a través de la capa de barrera 5 hasta la zona por encima o por debajo de la capa de barrera 5.

La capa de barrera 5 sirve o las capas de barrera 5 sirven para la prolongación del camino de infiltración del agua a través del material poroso 3 del depósito 2. Mediante la prolongación del camino de infiltración, el agua permanece más tiempo por debajo de la superficie. Por tanto, se puede almacenar durante más tiempo en el interior del depósito 2. Además se filtra el agua a lo largo de un periodo de tiempo más largo, por lo que se mejora la calidad del agua depurada.

Tanto la capacidad del sistema 1 de acuerdo con la invención de almacenar agua como la calidad del agua purificada con el sistema 1 de acuerdo con la invención aumentan con la cantidad de las capas de barrera 5 usadas.

La calidad mejorada del agua purificada se puede explicar particularmente debido a que mediante la capa de barrera 5 o mediante las capas de barrera 5, la velocidad con la que se mueve el agua a través del sistema 1 de acuerdo con la invención se reduce o se reduce constantemente de nuevo. Es particularmente ventajoso un caudal lo más bajo posible para conseguir una alto grado de depuración.

Si el agua alcanza la capa de barrera 5, comienza a estancarse debido a agua que se infiltra posteriormente. Normalmente, el agua migra a través de material poroso de poro abierto (a través del interior del material o a través de aberturas de pared de un material al siguiente material) y de celdas cerradas (siempre alrededor de los materiales individuales). No obstante, en este estado estancado penetra en los capilares del material poroso 3 de forma particularmente buena y profunda. Por tanto, se comporta más bien como de poro abierto. Esto conduce a que en la zona directamente delante de la capa de barrera 5 se pueden depositar o sedimentar de forma particularmente buena partículas de basura y suciedad dentro y en los poros. Preferentemente, la capa de barrera 5 está o las capas de barrera 5 están dispuestas horizontalmente, tal como se representa en la **Figura 1** y en la **Figura 2**. Con la disposición horizontal de la capa de barrera 5, el camino de infiltración del agua a través del sistema 1 de acuerdo con la invención es el más largo, lo que tiene un efecto particularmente positivo sobre la calidad del agua purificada. No obstante, es posible también cualquier otra inclinación de la capa de barrera 5 cuando, por ello, no se pierde la propiedad de la capa de barrera 5 de prolongar el camino de infiltración del agua. Las capas de barrera 5 individuales dentro de un sistema pueden presentar respectivamente el mismo grado de inclinación, no obstante, también se pueden diferenciar entre sí con respecto a su grado de inclinación.

El paso 6 para agua ocupa o los pasos 6 para agua ocupan en total, con respecto a toda la capa de barrera 5, solo una pequeña área superficial. En este caso se trata preferentemente de un área superficial del 5 al 20%. Es particularmente preferente un área superficial del 8 al 15%. Mucho más preferente es un área superficial del 10 al 12% con respecto a la superficie total de la capa de barrera 5.

Preferentemente, el paso 6 para agua está dispuesto en un punto seleccionado. Por ejemplo, el paso 6 para agua puede estar dispuesto en la zona externa de la capa de barrera 5, tal como se representa en el ejemplo de realización en la **Figura 1**. El paso 6 para agua se encuentra preferentemente de forma directa delante del final de la capa de barrera 5. Mucho más preferente es un paso 6 para agua que se encuentra totalmente al final de la capa de barrera 5. Es decir, allí donde la capa de barrera 5 tiene un contacto directo con el depósito 2. Si el agua no se infiltra hasta esta zona a través de la capa de barrera 5, entonces el camino que ha recorrido el agua a lo largo de la capa de barrera 5 se corresponde aproximadamente con el máximo posible. En este caso, el resultado de la purificación es particularmente bueno.

Debido a la posibilidad de poder variar discrecionalmente mediante la cantidad, el tamaño y/o la geometría del paso 6 el caudal del agua a través del sistema 1 de acuerdo con la invención, para cada problema de separación puede encontrase una velocidad adecuada de separación y se pueden conseguir, independientemente del grado de contaminación del agua, con el sistema 1 de acuerdo con la invención resultados de purificación muy buenos.

Se ha visto que es particularmente ventajoso que el paso 6 para agua esté presente en el interior de la capa de barrera 5 en forma de una ranura o un orificio.

De acuerdo con la invención, en al menos dos capas de barrera 5, los pasos 6 de respectivamente dos capas de barrera 5 adyacentes entre sí han de disponerse desplazados entre sí (véase la **Figura 2** y la **Figura 3**). Mucho más preferentes son pasos 6 para agua que están dispuestos de forma opuesta.

Mediante la disposición desplazada de los pasos 6 para agua se prolonga o se diseña tan grande como sea posible el camino de infiltración del agua a través del sistema 1 de acuerdo con la invención. A su vez, esto conduce a que aumenta el tiempo de permanencia del agua en el interior del sistema 1 de acuerdo con la invención. Por ejemplo, el tiempo de permanencia del agua en el interior de un sistema 1 de acuerdo con la invención con dos capas de barrera 5 y respectivamente un paso 6 para agua dispuesto de forma opuesta al final de la capa de barrera 5, con un volumen dado y con un material poroso 3 seleccionado, aumenta aproximadamente el triple, y con un sistema 1 de acuerdo con la invención con tres capas de barrera 5, aproximadamente el cuádruple con respecto al tiempo de permanencia del agua en un sistema que no comprende ninguna barrera. El aumento del tiempo de permanencia del agua a purificar tiene en este sentido un efecto particularmente positivo sobre la calidad del agua purificada. Además se puede almacenar más agua por unidad de tiempo y elemento de volumen en el interior del sistema 1 de acuerdo con la invención.

El material poroso 3, que se encuentra por encima y por debajo de la capa de barrera 5, puede ser el mismo. No obstante, se ha visto que es particularmente ventajoso que el material poroso 3 por encima y por debajo de la capa de barrera 5 se diferencie. Esto tiene el siguiente motivo: mediante la variación de la porosidad del material poroso 3 en el interior del sistema 1 de acuerdo con la invención, el agua se expone repetidamente a nuevas resistencias o fuerzas de atracción. Estas provocan que el agua se desplace en el interior del sistema 1 de acuerdo con la invención con diferentes caudales. Por ello se aumenta de nuevo la calidad del agua filtrada.

Con el sistema 1 de acuerdo con la invención se consigue una calidad de agua que se corresponde con la calidad de agua potable. Si con el sistema 1 de acuerdo con la invención se retiene agua a lo largo de un periodo de tiempo de al menos 19 días de forma subterránea, incluso es aséptica o estéril. Mediante el uso de material poroso 3, por ejemplo, arena de cuarzo, que debido al almacenamiento está expuesto repetidamente a diferentes presiones y reacciona a esto con una polarización eléctrica (efecto piezoeléctrico), de hecho, también se produce una destrucción o inactivación de microorganismos. Este proceso se puede acelerar más mediante el uso de distintos materiales porosos 3.

Preferentemente, el depósito 2 y/o la capa de barrera 5 comprende un geotextil. A su vez, el geotextil en su forma de realización más sencilla comprende un estrato de un tejido o una tela no tejida, que está atravesada con poliuretano.

El uso de un geotextil tiene la ventaja de que el agua indeseada, tal como, por ejemplo, agua salina en zonas costeras, en la medida de lo posible no puede penetrar o infiltrase en el sistema 1 de acuerdo con la invención. Además, el agua que se aplica para el almacenamiento en el sistema 1 de acuerdo con la invención (artificialmente o de forma natural por lluvias) se retiene en el interior de este sistema 1. No puede infiltrase simplemente en capas más profundas. Una ventaja adicional del geotextil es que participa en desplazamientos causados térmica y mecánicamente en la estructura del suelo (por ejemplo, en un terremoto). Debido a su estabilidad y resistencia a la intemperie es resistente incluso después de un tiempo de uso prolongado frente a daños por raíces o piedras afiladas.

Además es ventajoso que la forma externa del geotextil se pueda adaptar al terreno localmente. Esto se basa en su procedimiento de producción particular. Como consecuencia, un depósito que comprende un geotextil se puede usar de forma extremadamente flexible. Esto ahorra tiempo y costes adicionales, por ejemplo, para trabajos de movimiento de tierras.

El poliuretano usado para el geotextil puede estar formado mediante polimerización de un sistema de dos componentes, compuesto de un componente de poliol, que comprende un poliol poliéter, un poliol poliéster, un homopolímero de óxido de propileno y tamiz molecular molido, y un componente de isocianato, que comprende difenilmetan-4,4'-diisocianato.

La proporción en masa de componente de poliol con respecto a componente de isocianato se encuentra preferentemente en un intervalo de aproximadamente 108:15 a aproximadamente 102:21, más preferentemente en un intervalo de aproximadamente 106:17 a aproximadamente 104:19, mucho más preferentemente asciende aproximadamente a 105:18.

Si el geotextil comprende una tela no tejida, entonces se ha visto que es particularmente ventajoso que la tela no tejida comprenda adicionalmente fibras cortadas de 3 a 15 cm de longitud. Preferentemente, las fibras cortadas están compuestas de un plástico que se selecciona entre polipropileno, polietileno, poliacrilnitrilo, poliamida, cloruro de polivinilo y poliéster.

La tela no tejida puede comprender además alambres. Opcionalmente pueden estar contenidas también materiales planos (placas) de polímeros elastoméricos, preferentemente de materias primas naturales.

Las fibras cortadas y en caso deseado alambres y/o placas pueden unirse entre sí de tal manera que su resistencia sea independiente del sentido. Por ello se consigue una configuración de superficie flexible al suelo con buena adaptación a fondo irregular sin riesgo de daños de la estructura.

Si el geotextil comprende un tejido, entonces este tejido de fibras que se cruzan y sistemas de fibras (tejidos de fibras) sirve exclusivamente como refuerzo así como para el alojamiento del poliuretano.

El geotextil se puede producir del siguiente modo: en primer lugar se excava un área de suelo dado. La cantidad de tierra excavada se corresponde a este respecto con el cálculo según la precipitación esperable y la cantidad de agua deseada que debe almacenarse. Después se extiende el estrato que sirve de armadura sobre el suelo a hermetizar (por ejemplo, foso) cubriendo la superficie. A continuación se pulveriza el componente de poliol y el componente de isocianato mediante una máquina de pulverizado sobre el estrato preparado. Ambos componentes se endurecen finalmente en el intervalo de poco tiempo (algunos minutos) por sí mismos con formación del poliuretano.

Con la pulverización con los dos componentes se rellenan en el estrato de tela no tejida o tejido las cavidades y/o los intersticios que están presentes entre las fibras, alambres y/o placas que se han indicado anteriormente, de tal manera que estas cavidades y/o intersticios después del endurecimiento están esencialmente hermetizados. Al mismo tiempo se unen entre sí las fibras, alambres y/o materiales planos mediante el poliuretano de forma firme mecánicamente, manteniéndose mediante el trenzado especial la enorme flexibilidad del poliuretano en todo su alcance.

Por "esencialmente hermetizado" se entiende en este contexto que la capacidad de paso para agua por el estrato (en litros de agua por m^2 de superficie de estrato y tiempo) a través del poliuretano penetrado se reduce

preferentemente al menos el 99%, más preferentemente al menos el 99,9% cuando se compara con un estrato igual, sin embargo, sin poliuretano. Es particularmente preferente la hermetización mediante el poliuretano, de tal manera que el geotextil terminado es impermeable a agua, por tanto, estanco a agua.

Después de la aplicación de la primera capa de poliuretano puede repetirse el procedimiento de pulverización mediante aplicación de una segunda capa. Por ello aumenta de nuevo la estabilidad del estrato.

En caso deseado se puede aplicar sobre el geotextil formado todavía un segundo estrato de tejido o tela no tejida. Este segundo estrato puede servir como protección adicional contra penetración de raíces.

También en un geotextil que comprende preferentemente un segundo estrato de un tejido o una tela no tejida, las cavidades y/o los intersticios existentes en el segundo estrato están rellenos con el poliuretano. Además, el primer y segundo estrato están pegados entre sí mediante poliuretano.

Se ha visto que es particularmente ventajoso que también las superficies externas del primer y/o segundo estrato estén recubiertas con el poliuretano.

El poliuretano tiene la ventaja de que presenta una alta resistencia a desgarro y alargamiento a la de rotura (bastante más del 200%). Es resistente frente a todas las influencias ambientales, también frente a suelos salinos o contaminados. Tampoco está sometido a ningún proceso de envejecimiento o fragilización. Incluso con exposición a intemperie libre constante es resistente a lo largo de un periodo de tiempo de 20 años. Mediante el uso del poliuretano junto con una tela no tejida o tejido se retrasa aun más el envejecimiento del poliuretano (aproximadamente una potencia de diez).

El sistema 1 de acuerdo con la invención comprende, tal como se representa en el ejemplo de realización en las **Figuras 2 y 3**, además un recipiente de recogida de agua 4. El recipiente de recogida de agua 4 se extiende desde el fondo del depósito 2 al menos hasta su superficie. El recipiente de recogida de agua 4 presenta además por encima de la capa de barrera 5 superior una abertura 7 y por debajo de la capa de barrera 5 inferior, al menos una abertura 8, a través de las cuales puede fluir agua.

El recipiente de recogida de agua 4 puede ser un pozo, tal como muestran las **Figuras 1, 2 y 3**. Sin embargo, también se puede usar cualquier otro recipiente de recogida de agua 4 adecuado.

Por ejemplo, el recipiente de recogida de agua 4 puede ser también un caballo de Frisia.

Preferentemente, el recipiente de recogida de agua 4 está unido a través de la abertura 7 con una estación de extracción de agua 9. Con la estación de extracción de agua 9 se puede extraer agua, que debido a su potencial hidrodinámico ha migrado hasta la capa porosa por debajo de la capa de barrera 5 inferior y después se ha infiltrado adicionalmente a través de la abertura 8 o a través de las aberturas 8 hasta el recipiente de recogida de agua 4. La estación de extracción de agua 9 está representada en el ejemplo de realización en las **Figuras 2 y 3**.

Se ha visto que es ventajoso que la estación de extracción de agua 9 esté configurada de tal manera que cierre completamente la abertura 7 del recipiente de recogida de agua 4 (véase la **Figura 3**). De este modo no puede fluir agua (por ejemplo, agua de lluvia) a través de la abertura 7 al recipiente de recogida de agua 4. Por ello, el nivel de agua en el interior del recipiente de recogida de agua 4 no se modifica de forma indeseada. Además, el agua en el interior del recipiente de recogida de agua 4 no se ensucia mediante agua no filtrada.

Preferentemente, en el caso de la abertura 8 se trata de un orificio o de una ranura. Si el recipiente de recogida de agua 4 presenta más de una abertura 8, entonces estas aberturas 8 pueden estar presentes en forma de orificios y/o ranuras. Sin embargo, también pueden tener cualquier otra forma adecuada. En el ejemplo de realización en las **Figuras 1-3**, el recipiente de recogida de agua 4 presenta aberturas 8 en forma de ranuras. Mediante la selección de la cantidad, el tamaño y la geometría de las aberturas 8 puede variarse la velocidad con la que se infiltra el agua en el recipiente de recogida de agua 4. Con la selección del tamaño y la geometría de las aberturas 8 ha de tenerse en cuenta que en la medida de lo posible no llegue material poroso 3 al recipiente de recogida de agua 4.

Preferentemente, en el caso de la estación de extracción de agua 9 se trata de una estación de bombeo.

Mediante el bombeo de salida de agua desde el recipiente de recogida de agua 4 puede variarse el caudal del agua a través del 1 de acuerdo con la invención (modificación del potencial hidrodinámico).

De este modo se mueve, por ejemplo, el agua más rápidamente a través del depósito 2 cuanto mayor sea el nivel de agua en el interior del depósito 2 en comparación con el nivel de agua en el interior del recipiente de recogida de agua 4 después del bombeo de salida y cuanto menor sea la resistencia que ofrezca el material poroso 3 al agua que se infiltra a través.

Mediante el bombeo de salida se puede variar, por tanto, también el tiempo de permanencia del agua que se infiltra a través en el interior del sistema 1 de acuerdo con la invención, lo que a su vez tiene un efecto sobre la calidad del agua a depurar.

Preferentemente, el bombeo de salida del agua filtrada se lleva a cabo de tal manera que el tiempo de permanencia del agua en el interior del depósito 2 sea lo mas largo posible. Cuanto más tiempo se infiltre el agua a través del interior del depósito 2, más pura es. Además, tiene un efecto particularmente ventajoso sobre el resultado de la depuración que el agua que se infiltra a través durante la filtración se exponga reiteradamente a nuevas condiciones de presión. A este respecto, el agua se infiltra en primer lugar a través del sistema 1, hasta que llega por debajo de la capa de barrera 5 inferior al fondo del depósito 2. Debido al agua que fluye posteriormente aumenta el nivel en el sistema 1 y el agua se presiona ahora desde abajo tanto a través del recipiente de recogida de agua 4 como tubo de subida como a través de los pasos 6 de las capas de barrera 5 de nuevo hacia arriba. Con ello se produce una recirculación del agua en el sistema 1. Con el agua que continua fluyendo posteriormente desde arriba, esta recirculación conduce a una depuración incluso mejorada del agua en el sistema 1.

Sobre la capa de material poroso 3 por encima de la capa de barrera 5 superior del sistema 1 de acuerdo con la invención puede estar aplicada, tal como se muestra en el ejemplo de realización en la **Figura 3**, una capa de plantación 10. A este respecto se trata preferentemente de una capa que lleva humus.

Se ha visto que es particularmente ventajoso que el material poroso 3 por encima de la capa de barrera 5 superior presente una alta capilaridad o un elevado coeficiente de absorción de agua.

La capilaridad es una propiedad física que se debe a adhesión, cohesión y tensión superficial y que da lugar al transporte de líquidos y las sustancias contenidas en los mismos en el interior de tubos capilares finos, grietas y poros en todas las direcciones, es decir, también en contra de la gravedad.

Si el material poroso 3 en la capa superior tiene ahora capilares finos, entonces absorbe agua y, de hecho, hasta que esté saturado y no pueda absorber más agua. Esta agua puede servir entonces para la capa que contiene humus como almacén directo de agua. Por ello es posible vegetación también en áreas de baja precipitación.

Esta capa altamente capilar de material poroso 3, que está compuesta preferentemente de poros finos, tiene también el efecto de una capa de aislamiento para todo el sistema 1 de acuerdo con la invención. Puede retener el agua de forma particularmente buena y también impedir que se evapore en la superficie del suelo.

A continuación se describe otro sistema 1' de almacenamiento de agua y de depuración de agua.

La **Figura 4** muestra un sistema 1' para el almacenamiento de agua y la depuración de agua, que, sin embargo, no se incluye en la invención. El sistema 1' presenta, tal como se representa en la **Figura 4**, un depósito 2' esencialmente impermeable a agua, artificial y delimitado hacia el exterior.

El depósito 2' puede estar configurado con una forma de cubeta especial, tal como se representa en la **Figura 4.** Sin embargo, puede tener también cualquier otra forma adecuada. Por ejemplo, puede estar configurado con forma de semiesfera.

Con respecto a las demás propiedades del depósito 2' se hace referencia a lo ya mencionado anteriormente. Se cumple correspondientemente para este sistema 1'.

Preferentemente, el depósito 2' comprende un geotextil. A su vez, el geotextil comprende en su forma de realización más sencilla un estrato de un tejido o una tela no tejida, que está atravesada con poliuretano.

El poliuretano usado para el geotextil puede estar formado mediante polimerización de un sistema de dos componentes, compuesto de un componente de poliol, que comprende un poliol poliéter, un poliol poliéster, un homopolímero de óxido de propileno y tamiz molecular molido, y un componente de isocianato, que comprende difenilmetan-4,4'-diisocianato.

Con respecto a los demás constituyentes (fibras, alambres, placas) de la tela no tejida y de tejido se hace referencia a la anterior descripción del geotextil. Para el procedimiento de producción del geotextil se cumple lo correspondiente.

El depósito 2' está lleno al menos parcialmente con un material poroso 3'. Con "al menos parcialmente" ha de entenderse que el depósito 2' se tiene que llenar con al menos tanto material poroso 3' como sea necesario para conseguir un almacenamiento y depuración del agua lo suficientemente buenos.

Preferentemente, en el caso del material poroso 3' se trata de gravilla, grava, arena (por ejemplo, arena de cuarzo) o de una mezcla de las mismas. Sin embargo, también se pueden usar barro, lodo y/o arcilla. También se pueden usar otros materiales, tales como, por ejemplo, plásticos, cuando debido a su porosidad, la relación del volumen de todas

sus cavidades con respecto a su volumen externo, están en disposición de almacenar y transportar agua.

Mediante la selección del material poroso 3' se puede modificar el comportamiento de flujo del agua en el interior del sistema 1'.

El agua busca siempre el camino de la menor resistencia. Del mismo modo ocurre también con el comportamiento de flujo de agua en el interior del sistema 1' (también se cumple para el sistema 1). El material poroso 3', que no está saturado de agua, absorbe agua, mientras que el material poroso 3', que está saturado de agua, emite agua a zonas menos saturadas. A partir de esto se produce entonces la corriente calma. El uso de material poroso 3', cuya capilaridad aumenta en dirección al fondo del depósito 2', da lugar, por ejemplo, a que se absorba el agua a capas ubicadas más profundamente (de forma adicional a la gravedad). Si, por el contrario, se selecciona material poroso 3' cuya capilaridad aumenta en dirección a la superficie del depósito 2', entonces se absorbe agua a capas ubicadas a mayor altura (en contra de la gravedad).

Por tanto, se ha visto que es ventajoso que en el interior del depósito 2' estén dispuestas distintas capas de material poroso 3' con diferente capilaridad.

Es particularmente ventajoso que el material poroso 3' en la capa inferior sea más poroso que el material poroso 3' en la capa superior. En este caso se puede conseguir una calidad de agua particularmente buena (calidad de agua potable) del agua filtrada.

El sistema 1' comprende además un recipiente de recogida de agua 4', que se extiende desde el fondo del depósito 2' hasta al menos su superficie, presentando el recipiente de recogida de agua 4' en la zona superior una abertura 6' y en la zona inferior al menos una abertura 5', a través de las cuales puede fluir agua.

Preferentemente, el recipiente de recogida de agua 4' es un pozo o un caballo de Frisia. En el ejemplo de realización en la **Figura 4**, el recipiente de recogida de agua de agua 4' es un pozo.

El recipiente de recogida de agua 4' puede estar unido a través de la abertura superior 6' con una estación de extracción de agua 7' (véase la **Figura 4**). A través de la estación de extracción de agua 7' puede extraerse agua, que debido a su potencial hidrodinámico se ha infiltrado hasta el fondo del depósito 2' y después ha continuado migrando a través de la abertura 5' o a través de las aberturas 5' hasta el depósito de agua 4'.

En el caso de la estación de extracción de agua 7' puede tratarse, por ejemplo, de una estación de bombeo. Mediante la extracción de agua del recipiente de recogida de agua 4' con ayuda de una bomba se puede aumentar el potencial hidrodinámico inherente del flujo de agua a través del sistema 1'.

Se ha visto que es particularmente ventajoso seleccionar el potencial hidrodinámico de tal manera que el tiempo de permanencia del agua en el interior del depósito 2' sea lo más largo posible. Cuanto más lentamente se infiltre el agua a través del depósito 2', más pura es cuando alcanza el recipiente de recogida de agua 4'.

Preferentemente, en el caso de la abertura 5' se trata de un orificio o de una ranura. Si el recipiente de recogida de agua 4' presenta más de una abertura 5', entonces estas aberturas 5' pueden estar presentes en forma de orificios y/o ranuras. Sin embargo, las aberturas 5' también pueden tener cualquier otra forma adecuada. El recipiente de recogida de agua 4' el ejemplo de realización en la **Figura 4** presenta aberturas 5' en forma de ranuras. Mediante la selección de la cantidad, el tamaño y la geometría de las aberturas 5' puede variarse la velocidad con la que se infiltra el agua en el recipiente de recogida de agua 4. Durante la selección del tamaño y la geometría de las aberturas 5' ha de tenerse en cuenta que en la medida de lo posible no llegue material poroso 3' al recipiente de recogida de agua 4'.

Se ha visto que es ventajoso que la estación de extracción de agua 7' esté configurada de tal manera que cierre completamente la abertura 6' del recipiente de recogida de agua 4' (véase la **Figura 4**). De este modo no puede fluir agua (por ejemplo, agua de lluvia) a través de la abertura 6' hasta el recipiente de recogida de agua 4'. Por ello, el nivel de agua en el interior del recipiente de recogida de agua 4' no se modifica de forma indeseada. Además, el agua en el interior del recipiente de recogida de agua 4' no se ensucia mediante agua no filtrada.

Sobre la capa superior de material poroso 3' del sistema 1' puede estar aplicada, tal como se muestra en el ejemplo de realización en la **Figura 4,** una capa de plantación 8'. A este respecto, preferentemente se trata de una capa que lleva humus.

Se ha visto que es particularmente ventajoso que el material poroso 3' en la capa superior presente una alta capilaridad o un elevado coeficiente de absorción de agua. El agua que se encuentra en los capilares está disponible entonces para la capa que lleva humus como almacén directo de agua. Por ello es posible también una horticultura intensiva en regiones muy secas de la tierra.

El sistema 1 de acuerdo con la invención al igual que el sistema 1 de la Figura 1 así como el sistema 1' de la Figura 4 son adecuados particularmente para aplicaciones agrícolas y forestales, por ejemplo, para el recultivo de suelos o para la reforestación. Además, los sistemas 1 y 1' son adecuados para el almacenamiento de agua (por ejemplo, de agua de lluvia) y la depuración de agua. En el caso del agua a filtrar puede tratarse de agua de lluvia. La desalinización de agua marina (proporcionando agua potable) puede tener lugar también con los sistemas 1 y 1'.

Los sistemas de acuerdo con la invención pueden usarse independientemente del lugar. Por ejemplo, su uso también es posible en zonas de costa cerca del mar o en regiones con suelos salinificados. Los sistemas conocidos para la purificación de agua y el almacenamiento de agua no muestran ninguna solución para esto.

Mediante los sistemas de acuerdo con la invención se puede asegurar el abastecimiento de agua en regiones secas. Con frecuencia incluso es posible una cosecha adicional.

Con los sistemas de acuerdo con la invención se puede purificar además agua con calidad particularmente alta. Mediante el uso de un depósito 2, 2' esencialmente impermeable a agua se consigue que el agua ya filtrada o el agua todavía a filtrar en la medida de lo posible no se contamine mediante agua que se infiltra al sistema 1, 1', que está cargada, por ejemplo, con contaminantes.

Además, mediante el uso de material poroso 3 en combinación con al menos una capa de barrera 5 se prolonga el camino de infiltración del agua, por lo que es posible retener el agua mucho tiempo en el interior del depósito (almacenamiento de agua particularmente bueno). Mediante el uso adicional de distintos materiales porosos 3 puede aumentarse adicionalmente la capacidad del sistema 1 de almacenar agua. Además se continúa mejorando la calidad del agua purificada.

La invención se ilustra a continuación mediante el siguiente ejemplo. El mismo sirve solamente para la ilustración, sin embargo, no para la limitación del alcance de protección.

Ejemplo

En un foso excavado en el suelo en proximidad de la costa con una profundidad de 3,5 m, una anchura de 5 m y una longitud de 10 m se extendió para la producción del depósito un estrato de tela no tejida. Sobre este estrato se aplicó una primera capa de poliuretano, que tenía la siguiente formulación:

Componente de poliol:	Partes en peso
- Poliol poliéter	25
(se puede obtener mediante polimerización de óxido de etileno con etilenglicol, PM 440)	
- diol poliéster	26
(se puede obtener mediante polimerización de etilenglicol y ácido adípico, PM 390)	
- Diol poliéster	6
(se puede obtener mediante polimerización de etilenglicol y ácido atípico, PM 340)	
- Homopolímero de óxido de propileno	7
- Poliol poliéter	15
(Voralux HN 370, índice hidroxilo 26-30 mg KOH/g)	
- Poliol poliéter	13
(se puede obtener mediante polimerización de propilenglicol con etilenglicol, PM 4000)	
- 1,4-butanodiol	7
- Tamiz molecular 5 A molido	4
Total:	**103**
Componente de isocianato:	
- Difenilmetan-4,4'-diisocianato	21
Total:	**21**

La aplicación mediante pulverización de la formulación se realizó mediante limpiadores a alta presión. La presión de pulverización para el componente de poliol y de isocianato ascendió aproximadamente a 20 MPa (200 bar). Ambos componentes se aplicaron mediante pulverización por separado. A este respecto, la temperatura de pulverización ascendió a 25 °C para el componente de isocianato y a 35 ºC para el componente de poliol. La potencia de pulverización relativa de las dos boquillas se correspondió con la proporción en masa del componente de poliol con respecto al componente de isocianato. Se aplicó tanta formulación que se consiguió una impregnación continua del estrato. Después de la aplicación de los componentes se formó poliuretano mediante polimerización. Este proceso se repitió con formación de una capa adicional de poliuretano. Después del endurecimiento en el intervalo de pocos segundos se llenó el geotextil que formaba el depósito con una capa de 1 m de altura de arena fina. Sobre esto se aplicó una capa de barrera, seguido de una capa de arena adicional de 1 m de altura. Siguió una capa de barrera adicional y una capa de grava de 1 m de altura. Como última capa se aplicó una capa de tierra de 0,5 m de altura. Las dos capas de barrera de 10 m de longitud se produjeron según el mismo procedimiento que el depósito. Ambas capas de barrera contenían respectivamente en un lado, 0,5 m delante del final de la capa de barrera, 10 orificios

con un diámetro de 10 cm con una separación de 10 cm. Las dos capas de barrera se introdujeron de tal manera en el depósito que los orificios estaban dispuestos de forma opuesta. Finalmente se ajustó un pozo de 0,3 m de achura y 4 m de longitud en el depósito. En la zona inferior presentaba 5 aberturas en forma de ranuras de 10 cm de longitud y 2 cm de anchura. Finalmente, el extremo superior del pozo se unió con una bomba de aspiración.

Finalmente se regó artificialmente con agua el depósito.

Resultados:

Caudal del agua: caudal lo más bajo posible para resultados de depuración particularmente buenos
Potencia de bombeo: potencia de bombeo muy baja, ya que el agua se presiona desde abajo hacia arriba
Calidad del agua: agua potable

REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) de almacenamiento de agua y de depuración de agua, que presenta: un depósito (2) que está lleno al menos parcialmente con material poroso (3), un recipiente de recogida de agua (4) y al menos dos capas de barrera (5) para la prolongación del camino de infiltración del agua;
estando dispuestas las capas de barrera (5) en el interior del depósito (2) esencialmente impermeable a agua, artificial, delimitado hacia el exterior, estando provistas las capas de barrera (5) respectivamente de al menos un paso (6) para agua y encontrándose respectivamente por encima y por debajo de las capas de barrera (5) material poroso (3);
presentando el recipiente de recogida de agua (4) por encima de la capa de barrera (5) superior una primera abertura (7) y por debajo de la capa de barrera (5) inferior al menos una segunda abertura (8), a través de las cuales puede fluir agua; ocupando el paso (6) para agua con respecto a la superficie total de la capa de barrera (5) un área superficial del 5% al 20% y estando dispuesto en la zona externa de la capa de barrera (5);
y estando dispuestos los pasos (6) para agua de respectivamente dos capas de barrera (5) adyacentes de forma desplazada entre sí,
caracterizado por que el recipiente de recogida de agua se encuentra en el depósito (2) y se extiende desde su fondo hacia arriba al menos hasta su superficie
y los poros del material poroso (3) tienen un diámetro menor de 0,1 μm.

2. Sistema de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, estando unido el recipiente de recogida de agua (4) a través de la primera abertura (7) con una estación de extracción de agua (9).

3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 2, siendo la estación de extracción de agua (9) una estación de bombeo.

4. Sistema de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, estando dispuestas las capas de barrera (5) en el interior del depósito (2) de forma esencialmente horizontal.

5. Sistema de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, estando presente el paso (6) para agua en forma de una ranura o un orificio.

6. Sistema de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, presentando el depósito (2) una forma de cubeta o de semiesfera.

7. Sistema de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, estando seleccionado el material poroso (3) de gravilla, grava y arena o mezclas de las mismas.

8. Sistema de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, no diferenciándose el material poroso (3) por encima y por debajo de la respectiva capa de barrera (5).

9. Sistema de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, diferenciándose el material poroso (3) por encima y por debajo de la respectiva capa de barrera (5).

10. Sistema de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo las capas de barrera (5) y/o el depósito (2) un geotextil.

11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10, comprendiendo el geotextil:

(i) un estrato de un tejido o una tela no tejida y
(ii) un poliuretano,

hermetizando el poliuretano esencialmente cavidades y/o intersticios existentes en el estrato.

12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 11, formándose el poliuretano mediante polimerización de un sistema de dos componentes compuesto de

a) un componente de poliol, que comprende un poliol poliéter, un poliol poliéster, un homopolímero de óxido de propileno y tamiz molecular molido y
b) un componente de isocianato, que comprende difenilmetan-4,4'-diisocianato.

13. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 o 12, rellenando de forma estanca a agua el poliuretano las cavidades y/o los intersticios presentes en el tejido o en la tela no tejida.

Figura 1

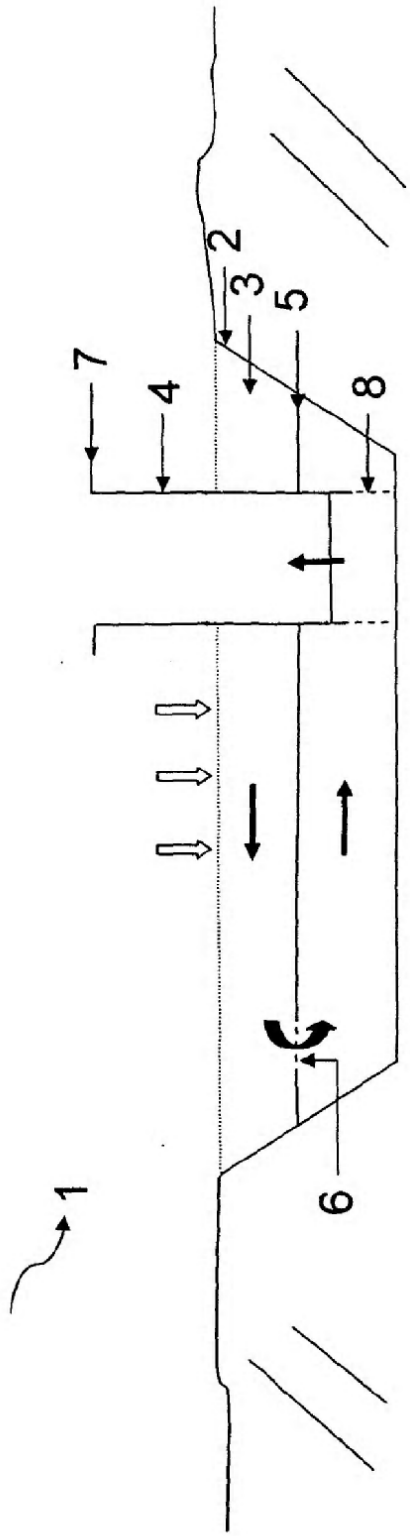


Figura 2

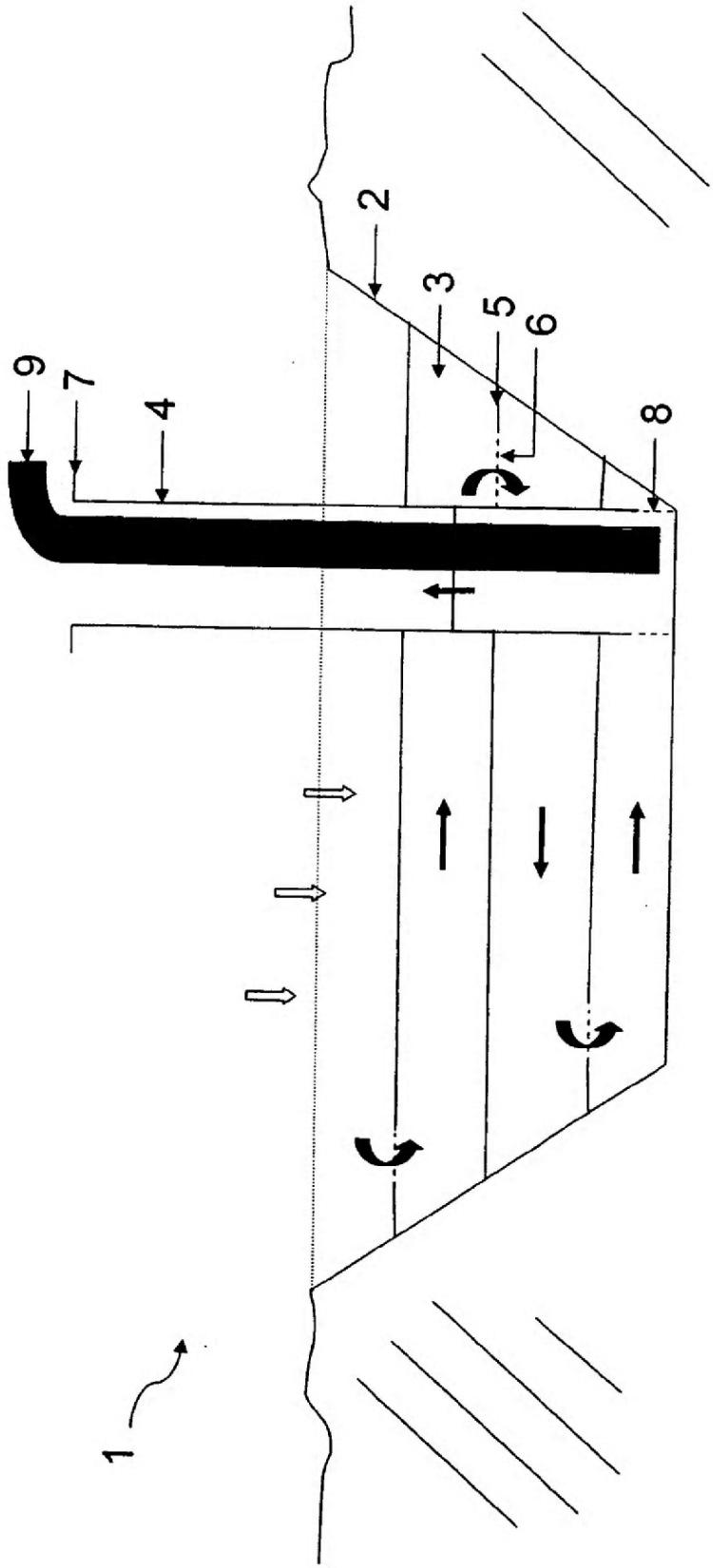
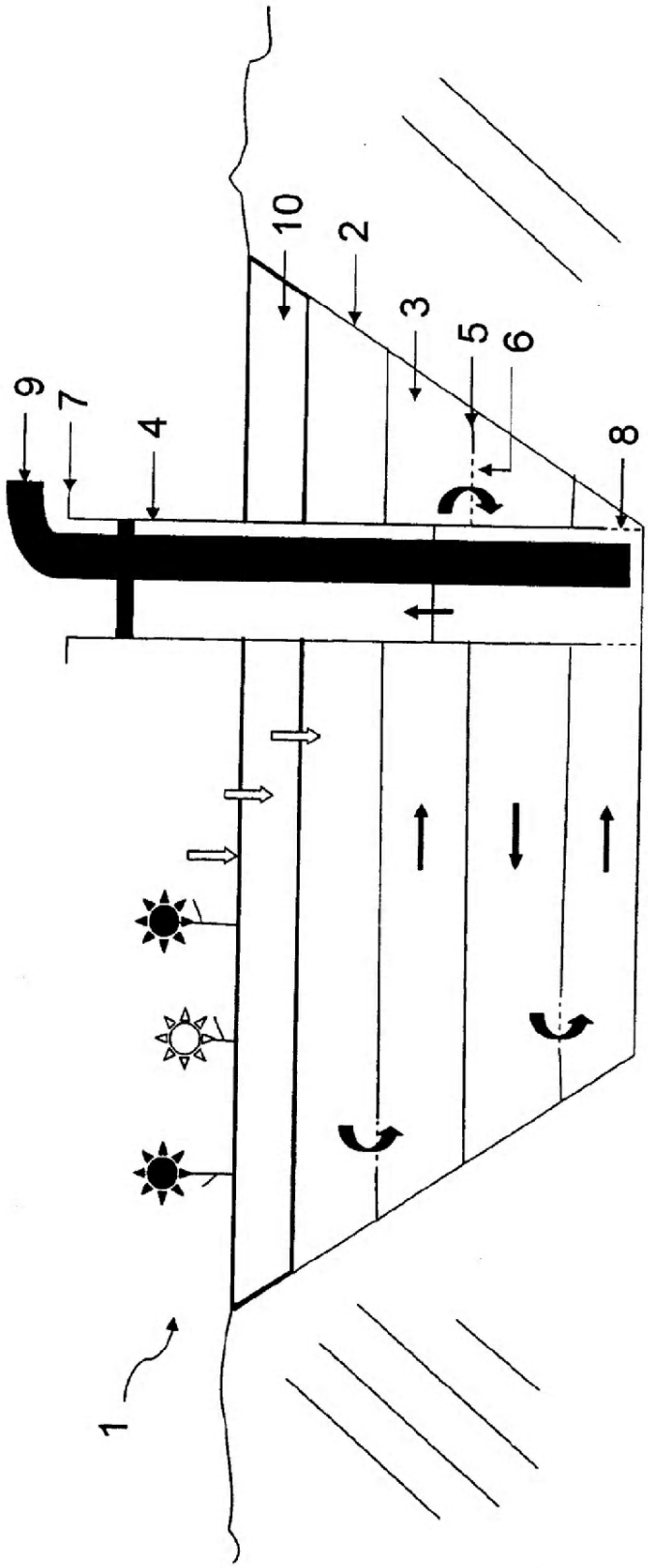


Figura 3



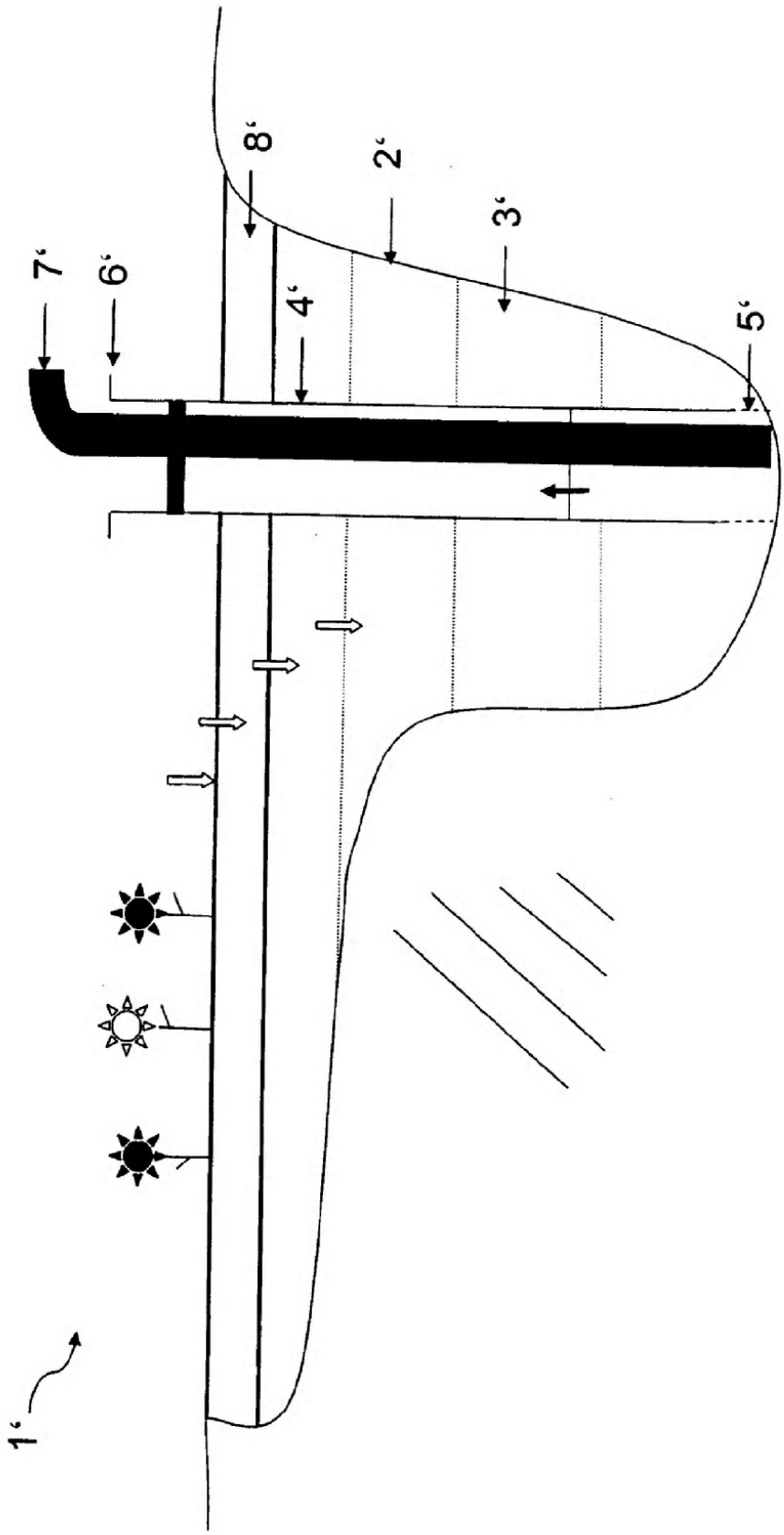


Figura 4