

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 937**

51 Int. Cl.:

C02F 9/00 (2013.01)
C02F 1/68 (2013.01)
C02F 1/66 (2013.01)
C02F 1/42 (2013.01)
C02F 1/44 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2015** **E 15184679 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2024** **EP 3034474**

54 Título: **Aparato y método para acondicionar un líquido acuoso**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.12.2024

73 Titular/es:

BRITA SE (100.0%)
Heinz-Hankammer-Straße 1
65232 Taunusstein, DE

72 Inventor/es:

KÖHLER, ANDRÉ;
WEIDNER, PETER;
FLOREN, SIMON y
CONRADT, BERTHOLD

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 991 937 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

Aparato y método para acondicionar un líquido acuoso

La invención se refiere a un aparato para acondicionar un líquido acuoso según el preámbulo de la reivindicación 1.

La invención también se refiere a un método de acondicionamiento de un líquido acuoso según el preámbulo de la reivindicación 7.

El documento WO 2007/107548 A1 divulga un dispositivo para la preparación de agua pura con un primer recipiente de agua con impurezas que se calienta a una temperatura de evaporación. Se proporciona una pluralidad de recipientes de agua con impurezas, en cada uno de los cuales se efectúa el calentamiento a una temperatura de evaporación, en donde las presiones en los recipientes se ajustan de manera diferente. El agua pura se conduce a través de mineral sólido. Para el ajuste del contenido de minerales, el agua pura también puede ser conducida más allá del material sólido a través de un conducto de derivación. En una realización, se proporciona un dispositivo de dosificación antes de la desviación al conducto de derivación para dosificar CO₂. La bomba dosificadora alimenta CO₂ en la cantidad necesaria.

El documento DE 1 955 571 A1 divulga un método para aumentar la dureza del agua destilada, en particular destilados obtenidos de la desalinización de agua de mar o agua salobre. El dióxido de carbono obtenido por acidulación del agua con impurezas se utiliza para introducir gas en el destilado, y el destilado que contiene CO₂ se alcaliniza a continuación con compuestos de calcio y/o magnesio. El agua gasificada con CO₂ puede tener lechada de cal añadida a ella o puede ser conducida sobre caliza, materia dolomítica o dolomita semicalcinada. Antes de la alcalinización se puede añadir agua salobre. La dosificación es susceptible de control en el sentido de que la cantidad de agua salobre añadida se puede controlar mediante la composición de la mezcla de agua. El control de la cantidad de medios de alcalinización añadidos se puede realizar de la misma manera. El pH de la mezcla de agua o la conductividad eléctrica se pueden tomar como criterio para la composición de la mezcla de agua.

El documento WO 2014/093049 A1 divulga en una primera realización un sistema de acondicionamiento de agua que puede procesar o continuar procesando agua purificada. El sistema de acondicionamiento de agua puede añadir una cantidad deseable de CO₂ (p. ej., CO₂ de calidad médica) al agua purificada. Después de eso, el CO₂ añadido puede permitir que el sistema de acondicionamiento de agua añada minerales al agua (para formar agua remineralizada), que puede estar en forma de bicarbonato. Un controlador de sistema puede hacer funcionar una válvula para CO₂ para liberar una cantidad deseada y/o precisa del gas CO₂ en el agua purificada, formando de este modo agua purificada con ácido carbónico. Posteriormente, en algunas realizaciones, el agua purificada con ácido carbónico puede fluir fuera del depósito carbonatador y hacia un primer depósito de mineralización. El primer depósito de mineralización puede tener minerales y piedras, tales como lodestonas, que pueden suministrar los minerales y elementos deseados al agua purificada con ácido carbónico para formar la primera agua potable mineralizada. El sistema de acondicionamiento de agua puede tener una válvula, que puede controlar la entrada del agua purificada con ácido carbónico al primer depósito de mineralización. Si la válvula está abierta, puede fluir una mezcla de agua purificada con ácido carbónico y la primera agua potable mineralizada hacia el primer depósito de mineralización. La primera agua potable mineralizada se puede procesar adicionalmente en un sistema de acondicionamiento. Un segundo depósito de mineralización puede contener una mezcla de sales de sales naturales, tales como potasio, sodio, calcio y magnesio. Un alimentador proporcional puede extraer la mezcla de sal del segundo depósito de mineralización y mezclar la mezcla de sal con la primera agua potable mineralizada que pasa a través del alimentador proporcional. Después de que la mezcla de sal se mezcla con la primera agua potable mineralizada, la segunda agua potable mineralizada puede fluir a un dispensador de agua. Alternativamente, la segunda agua potable mineralizada puede fluir hacia una unidad de tratamiento UV. Por lo tanto, un agua potable mineralizada final sale de la unidad de tratamiento UV. El sistema de acondicionamiento puede tener un sensor de conductividad final, que puede medir la conductividad y/o resistividad del agua potable mineralizada final. Por lo tanto, el controlador del sistema puede obtener un valor de porcentaje aproximado de sólidos disueltos en el agua potable mineralizada final. El sistema de acondicionamiento también puede tener un sensor de pH final, que lee el nivel de pH en el agua potable mineralizada final.

El documento WO 2014/093049 A1 también divulga un sistema de producción de agua que está configurado para su instalación bajo una encimera. El sistema incluye un adaptador que está configurado para su fijación a un suministro de agua doméstica del lado frío. Un filtro que está acoplado de manera fluida al adaptador filtra el agua de modo que no pasan partículas superiores a 5 micrómetros. Al filtro se le une otro filtro que contiene un material de base metálica y biostático, tal como KDF o uno de sus sustitutos que elimina el cloro mediante una reacción redox que cambia el cloro a cloruro y también un carbón activado mejorado especial. Conectados de manera fluida al agua [sic] desde el filtro adicional a través de una válvula hay una carcasa o carcasas cilíndricas que contienen una membrana o membranas de ósmosis inversa. El agua de la válvula fluye axialmente a través de la membrana y se divide en dos trayectorias internamente. Una trayectoria es para drenar. El otro flujo desde el conjunto de membrana/carcasa se denomina agua producto. Esta agua sale de la carcasa a través de una válvula de retención. El flujo producto después de la válvula de retención está conectado de manera fluida a la válvula de cierre y desde allí está conectado de manera fluida a un filtro de cartucho de resina catiónica. El agua que entra en el filtro se expone primero a una resina catiónica donde todos los sólidos disueltos restantes con una valencia positiva se intercambian por iones hidrógeno. El agua ácida resultante pasa a continuación a través de un volumen de resina aniónica especial. Esta resina retirará aniones,

neutralizando así los ácidos, excepto la porción de dióxido de carbono suave del ácido carbónico que se desea para producir una química resultante deseada del agua terminada para el usuario. El agua que sale del filtro de cartucho de resina catiónica se conecta de manera fluida a una versión de pulido duplicado del filtro de cartucho de resina catiónica. Otro filtro adicional está conectado de forma fluida a la versión de pulido duplicado del filtro de cartucho de resina catiónica y contiene una sal de magnesio. Debido a que el agua del filtro de pulido es como el agua del filtro de cartucho de resina catiónica ya que contiene ácido carbónico suave, el sarro se disuelve lentamente, aportando así bicarbonato de magnesio al agua. Una válvula conecta de manera fluida la entrada a la salida del filtro que contiene la sal de magnesio, permitiendo que un usuario final controle de manera variable el grado de bicarbonato de magnesio en el agua. Cuando la válvula está completamente cerrada, toda el agua pasará a través del filtro, maximizando así la concentración. Cuando la válvula está completamente abierta, virtualmente toda el agua se derivará del filtro debido a la caída de presión causada por la necesidad de que el agua pase a través del medio, minimizando así la presencia de bicarbonato de magnesio.

Un problema de la disposición conocida es que el pH y la dureza de carbonatos del agua cambian en tándem cuando se ajustan las configuraciones de válvula. Esto puede hacer difícil obtener agua óptima para ciertos propósitos, p. ej., preparar una bebida por extracción.

Un objeto de la invención es proporcionar un aparato y un método de los tipos mencionados anteriormente en los párrafos iniciales que permitan obtener un intervalo relativamente amplio de valores de la dureza de carbonatos del líquido acondicionado dentro de las restricciones sobre el pH.

Este objeto se consigue según un primer aspecto mediante el aparato según la invención, que se define en la reivindicación 1.

El nivel de CO_2 en el líquido en donde se disuelve al menos un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos, determina la dureza de carbonatos de ese líquido. Este mineral estará presente como una sal no disuelta en una subsección de la sección de procesamiento que forma un sistema cerrado a CO_2 en forma gaseosa. Independientemente de la cantidad disponible de CO_2 libre, un líquido acuoso en un sistema cerrado y en equilibrio con un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos, cuando se disuelve, tendrá un pH en una banda relativamente estrecha, siempre que el nivel de CO_2 esté dentro del intervalo correcto. Es decir, el pH variará relativamente poco con el nivel de CO_2 dentro de ese intervalo. En efecto, para un mineral tal como el carbonato de magnesio, el pH siempre será de aproximadamente 10. Esto corresponde al equilibrio entre HCO_3^- y CO_3^{2-} . En cualquier caso, es posible establecer el nivel de CO_2 a un valor en donde el pH y la dureza de carbonatos son relativamente estables, pero probablemente demasiado altos. La combinación a una razón ajustable permite que se consigan los valores correctos. Si el pH no está en ese caso dentro del intervalo requerido, el nivel de CO_2 puede cambiarse sin afectar mucho a la dureza de carbonatos. De este modo, es posible obtener un intervalo más amplio de valores de la dureza de carbonatos sin una variación concomitante en el pH. Cuando se utiliza para tratar agua para preparar una bebida por extracción, p. ej. café, el aparato permite que tanto el pH como la dureza de carbonatos caigan dentro de los intervalos recomendados. El intervalo más amplio de combinaciones de valores del pH y la dureza de carbonatos que se puede establecer se logra sin la necesidad de añadir ácido al líquido. En comparación con la remineralización general o el aumento de la dureza permanente, el aumento de la dureza de carbonatos da como resultado un líquido que actúa como tampón de pH. Es más adecuado para su uso posterior en aparatos tales como máquinas de bebidas, vaporizadores o lavavajillas sin provocar corrosión.

El ajuste de la razón de combinación y/o el ajuste del nivel de CO_2 se pueden efectuar ajustando las configuraciones del aparato a mano, p. ej., con la ayuda de tablas que indican valores apropiados dependiendo de las características del líquido antes del tratamiento por el aparato. Alternativamente, se puede proporcionar regulación o control automáticos. El nivel de CO_2 se puede aumentar mezclando líquido directamente con CO_2 en forma gaseosa, opcionalmente seguido de desgasificación dependiendo de un determinado valor teórico del nivel.

En una realización, el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO_2 en el líquido incluye al menos un dispositivo de tratamiento de líquido mediante intercambio iónico que comprende un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno.

Esta realización es adecuada para obtener los niveles de CO_2 típicamente apropiados para la aplicación del aparato en un entorno de punto de uso, p. ej., para acondicionar el líquido suministrado a una máquina de bebidas. Típicamente, serían apropiados en tal caso niveles del orden de $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. La obtención de tales niveles por inyección directa de CO_2 en forma gaseosa sin subsiguiente desgasificación es más difícil. El dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico es eficaz para liberar hidrógeno en intercambio por los cationes de minerales de carbonato en el líquido suministrado al aparato. Esto aumenta el nivel de CO_2 libre en el líquido. El aparato forma un sistema esencialmente cerrado, de modo que el CO_2 no se libera, sino que permanece en el líquido.

En una variante de esta realización, el material de intercambio catiónico incluye una resina de intercambio catiónico débilmente ácida de la que al menos una porción está en forma de hidrógeno.

La resina de intercambio catiónico débilmente ácida no disminuye el pH tanto como la resina de intercambio catiónico

fuertemente ácida. Por otra parte, la resina de intercambio catiónico débilmente ácida no intercambia hidrógeno por cationes de todas las sales, sino generalmente solo por cationes de sales carbonato y bicarbonato. Por tanto, se genera más CO_2 libre para una capacidad de tratamiento dada de la resina. Más CO_2 libre significa que se puede lograr una mayor concentración de minerales que contribuyen a la dureza de carbonatos en el agua en el líquido producido por el aparato. Además, la capacidad volumétrica de intercambio iónico es generalmente mayor que la de las resinas de intercambio catiónico fuertemente ácidas. Asimismo, si la resina tiene grupos funcionales carboxilo, típicos de la resina de intercambio catiónico débilmente ácida, la selectividad hacia el calcio y el magnesio es relativamente alta.

En una variante de la realización en la que el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO_2 en el líquido incluye al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico que incluye un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno, el al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico incluye al menos un cartucho de tratamiento de líquido reemplazable que aloja el material de intercambio catiónico.

Esta realización hace posible utilizar material de intercambio catiónico que no se regenera o acondiciona fácilmente en un punto de uso. Este será generalmente el caso, porque al menos una porción del material de intercambio catiónico está en forma de hidrógeno. Este material se regenerará normalmente utilizando ácido clorhídrico. El cartucho reemplazable de tratamiento de líquido puede estar conectado en comunicación de líquido con una parte de cabeza que tiene una entrada en comunicación de líquido con la entrada del aparato y una salida en comunicación de líquido con una entrada del dispositivo de filtración mediante membrana. La conexión a los conductos que establecen la comunicación de líquido puede ser generalmente permanente, p. ej., requiriendo herramientas que se desestabilicen. Por el contrario, una interfaz mecánica facilita el bloqueo y la liberación del cartucho de tratamiento de líquido en la parte de cabeza, p. ej., sin el uso de herramientas.

En una variante de la realización del aparato en donde el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO_2 en el líquido, incluye al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico que incluye un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno, el al menos un dispositivo de aumento del nivel de CO_2 en el líquido incluye al menos un dispositivo, p. ej., un divisor de flujo de razón variable, para ajustar una razón de caudal volumétrico entre el líquido que fluye a través de una sección del al menos un dispositivo de tratamiento de líquido que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno a una ubicación de mezcla y el líquido que fluye a lo largo de una trayectoria de flujo que evita la sección y que conduce a la ubicación de mezcla.

Esta variante permite la regulación o control de la dureza de carbonatos de un líquido acuoso acondicionado producido por el aparato de tratamiento de líquido mediante la regulación o control del nivel de CO_2 libre en el líquido que pasa a la sección de procesamiento. Por lo tanto, este parámetro se puede variar según los requisitos o mantener constante frente a variaciones en la composición del líquido suministrado a la entrada del aparato. Se observa que el dispositivo para ajustar una razón de caudal volumétrico se puede manejar a mano, p. ej., con la ayuda de una tabla que relaciona los ajustes del dispositivo con un valor teórico de una medida de la concentración de componentes que contribuyen a la dureza de carbonatos.

Sin embargo, una variante particular incluye un dispositivo de control para proporcionar una señal al dispositivo para ajustar la razón de caudal volumétrico en función de al menos uno de un valor teórico y un intervalo teórico de una medida de una concentración de componentes que contribuyen a la dureza de carbonatos.

En esta variante, un consumidor de un líquido acuoso acondicionado suministrado por el aparato de tratamiento de líquido puede especificar la dureza de carbonatos, p. ej., como un valor teórico o un intervalo teórico o en términos de información que permite que el dispositivo de control obtenga un valor teórico o intervalo teórico. Este se convierte después en un nivel requerido de CO_2 libre que el dispositivo de control hace que se genere. La medida puede corresponder a la dureza de carbonatos, p. ej., expresada como $^\circ\text{dH}$ o la concentración equivalente de CaCO_3 , por ejemplo. Puede ser la conductancia eléctrica específica, p. ej., ajustada para desviaciones de una temperatura de referencia. La medida también puede ser la conductancia eléctrica específica medida mediante un sensor selectivo de iones.

En una variante de la realización del aparato en donde el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO_2 en el líquido, incluye al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico que incluye un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno, en donde el al menos un dispositivo para el aumento del nivel de CO_2 en el líquido incluye al menos un dispositivo, p. ej., un divisor de flujo de razón variable, para ajustar una razón de caudal volumétrico entre el líquido que fluye a través de una sección del al menos un dispositivo de tratamiento de líquido que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno a una ubicación de mezcla y el líquido que fluye a lo largo de una trayectoria de flujo que evita la sección y que conduce a la ubicación de mezcla, la trayectoria de flujo que evita la sección pasa a través de una sección de tratamiento de líquido adicional, p. ej., una sección de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido por sorción.

Esta variante del aparato asegura que el líquido acondicionado pueda cumplir otros requisitos, tales como un nivel máximo de sustancias orgánicas. Cuando el aparato incluye un dispositivo de filtración mediante membrana aguas

abajo del dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido, esta variante puede igualmente ayudar a proteger la membrana o las membranas. Se pueden eliminar los componentes que tienen un efecto adverso sobre la vida útil de la membrana o las membranas.

- 5 En una variante de esta realización en la que el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido incluye al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico que incluye un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno y el al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico incluye al menos un cartucho de tratamiento de líquido reemplazable que aloja el material de intercambio catiónico, la sección de tratamiento de líquido adicional está contenida en el cartucho de tratamiento de líquido reemplazable.
- 10 La sección de tratamiento adicional puede tener, por lo tanto, una capacidad de tratamiento finita que se agota durante el uso. Cuando está agotada, se reemplaza la sección de tratamiento adicional. La capacidad de la sección que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno y la de la sección de tratamiento adicional pueden ser al menos aproximadamente coincidentes. Combinando ambas secciones de tratamiento en un cartucho, sólo es necesario proporcionar una parte de cabeza y un conjunto de conductos de conexión.
- 15 En una realización en la que el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido incluye al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico que incluye un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno y el al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico incluye al menos un cartucho de tratamiento de líquido reemplazable que aloja el material de intercambio catiónico, en donde el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido incluye al menos un dispositivo, p. ej., un divisor de flujo de razón variable, para ajustar una razón de caudal volumétrico entre el líquido que fluye a través de una sección del al menos un dispositivo de tratamiento de líquido que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno a una ubicación de mezcla y el líquido que fluye a lo largo de una trayectoria de flujo que evita la sección y que conduce a la ubicación de mezcla, la ubicación de mezcla está ubicada en el cartucho reemplazable de tratamiento de líquido.
- 20
- 25

El número de conexiones entre el cartucho reemplazable de tratamiento de líquido y una parte de cabeza a la que está conectado, en uso, puede ser, por lo tanto, relativamente pequeño.

- 30 En una realización del aparato en la que el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido incluye al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico que incluye un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno, en donde el al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico incluye al menos un cartucho de tratamiento de líquido reemplazable que aloja el material de intercambio catiónico y en donde el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido incluye al menos un dispositivo, p. ej., un divisor de flujo de razón variable, para ajustar la razón de caudal volumétrico entre el líquido que fluye a través de una sección del al menos un dispositivo de tratamiento de líquido que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno a una ubicación de mezcla y el líquido que fluye a lo largo de una trayectoria de flujo que evita la sección y que conduce a la ubicación de mezcla, el aparato incluye al menos una entrada y un divisor de flujo, p. ej., ubicado en una parte de cabeza para recibir al menos una sección de un cartucho de tratamiento de líquido reemplazable, para dividir un flujo de líquido de al menos una de las al menos una entrada en un subflujo que pasa a través de la sección del al menos un dispositivo de tratamiento de líquido que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno y un subflujo que evita la sección.
- 35
- 40

- 45 El divisor de flujo puede ser un divisor de flujo de razón variable para dividir un flujo entrante de líquido en dos subflujos a una razón determinada mediante ajustes variables del divisor de flujo, suministrándose cada subflujo a través de una entrada separada del cartucho reemplazable de tratamiento de líquido cuando se conecta a la parte de cabeza. Se devuelve una mezcla de líquidos a la parte de cabeza, desde donde se conduce a través del resto del aparato. El divisor de flujo permite que el aparato tenga solamente una entrada. El flujo de líquido a través de la entrada se divide en dos subflujos dentro del aparato, p. ej., dentro de la parte de cabeza.

- 50 Una variante de la realización del aparato en la que el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido incluye al menos un dispositivo de tratamiento de líquido mediante intercambio iónico que comprende un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno incluye un sistema sensor para cuantificar la disminución de la dureza de carbonatos del líquido acuoso en el dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido y determinar al menos uno del aumento del nivel de CO₂ y el aumento del nivel de CO₂ en función de la reducción de la dureza de carbonatos.

- 55 La reducción de la dureza de carbonatos corresponde a un aumento del CO₂ libre. Por lo tanto, el sistema sensor proporciona la información de la que se puede obtener el aumento en la concentración de minerales disueltos en el dispositivo de tratamiento de líquido incluido en la sección para procesar el producto filtrado producido por el dispositivo de filtración mediante membrana. El aumento de CO₂ libre se puede estimar determinando la reducción de la dureza de carbonatos. Una estimación relativamente precisa tendrá en cuenta la razón de carbonato de magnesio a carbonato de calcio. También es posible determinar la reducción de la concentración de carbonato de calcio utilizando los mismos

métodos que están disponibles para determinar la reducción de la dureza de carbonatos, pero con uno o más sensores selectivos de iones.

En una variante particular del mismo, el sistema sensor incluye al menos un dispositivo para variar una proporción de líquido tratado por el material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno en una combinación de líquido que incluye adicionalmente líquido que ha evitado el material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno, al menos un sensor para medir un parámetro del líquido dependiendo parcialmente de una concentración de componentes extraíbles del líquido mediante el material de intercambio catiónico, y un dispositivo de procesamiento de señal para inferir la reducción de una variación en la señal en respuesta a una variación en la proporción.

Se describe un método para determinar la dureza de carbonatos de un líquido acuoso no tratado utilizando sólo un sensor aguas abajo de un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico y dispuesto para proporcionar una señal representativa de una medida de componentes retirables por el dispositivo de tratamiento de líquido en la combinación de líquidos en el documento WO 2014/006128 A1. El método para inferir la reducción de una variación de la señal en respuesta a una variación de la proporción evita la necesidad de un sensor aguas arriba del dispositivo de tratamiento de líquido. Por tanto, no es necesario calibrar dos sensores, ni uno de ellos está expuesto a líquido completamente sin tratar. El sensor puede ser un sensor de conductancia, opcionalmente selectivo de iones. Puede proporcionar una señal ajustada para desviaciones de una temperatura de referencia y por tanto incluir un termómetro. Esto tiene en cuenta la dependencia de la temperatura de los coeficientes de actividad de los iones en el líquido.

El aparato incluye un dispositivo de filtración mediante membrana, interpuesto entre el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido y la sección de procesamiento.

El dispositivo de filtración mediante membrana permite cumplir una restricción adicional, a saber, para la concentración total de minerales o el valor de TDS (Sólidos Disueltos Totales). Con el dispositivo de filtración mediante membrana interpuesto entre el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido y la sección de procesamiento, el pH del líquido sometido a filtración mediante membrana disminuye, ayudando así a evitar la incrustación de la membrana o membranas. El CO₂ no es separado mediante filtración por la membrana o membranas, sino que permanece en el producto filtrado. Cuando el al menos un dispositivo para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido incluye al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico que incluye un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno, este se coloca aguas arriba del dispositivo de filtración mediante membrana en lugar de aguas abajo del mismo o en un conducto de recirculación del dispositivo de filtración mediante membrana. Esto se debe a que el dispositivo de filtración mediante membrana eliminaría de otro modo la mayoría de los iones contra los que podría intercambiarse el hidrógeno. Por lo tanto, la ubicación aguas arriba permite un mayor nivel de CO₂ libre. Esto a su vez permite que se disuelva una mayor concentración del mineral o minerales que contribuyen a la dureza de carbonatos en el líquido tratado en la subsección de la sección de procesamiento que aloja el al menos un mineral.

En una variante del mismo, el dispositivo de filtración mediante membrana está dispuesto para funcionar en modo de flujo transversal.

Por lo tanto, no hay necesidad de retrolavado.

En una realización, el aparato incluye al menos uno de:

- al menos un dispositivo de ajuste de la diferencia de presión transmembrana en el dispositivo de filtración mediante membrana; y
- al menos un dispositivo de ajuste del caudal volumétrico de líquido devuelto desde una salida del producto retenido del dispositivo de filtración mediante membrana a una entrada del dispositivo de filtración mediante membrana.

Esta realización permite establecer un intervalo más amplio de combinaciones de valores del pH, concentración de TDS y dureza de carbonatos del líquido acondicionado. Se pueden lograr concentraciones de TDS más altas disminuyendo la diferencia de presión transmembrana o devolviendo una mayor cantidad del producto retenido.

Una variante de esta realización incluye un dispositivo de control para proporcionar una señal para efectuar el ajuste dependiendo de al menos uno de un valor teórico y un intervalo teórico de una medida representativa de una concentración de componentes en el líquido, p. ej., una concentración total de minerales.

Una realización del aparato incluye un sensor para obtener una señal representativa de un parámetro al menos dependiente de una concentración total de minerales disueltos en el líquido, p. ej., ubicado aguas abajo de una salida de producto filtrado del dispositivo de filtración mediante membrana.

El sensor proporciona información para el ajuste manual o automatizado de la concentración de TDS.

En una realización del aparato, el dispositivo de filtración mediante membrana es uno de un dispositivo de filtración

mediante nanofiltración y uno de ósmosis inversa.

La membrana o membranas de esta realización pueden tener un tamaño de poro como máximo de 10 Å o ser tan densas como para ser de hecho no porosas. El dispositivo de filtración mediante membrana de esta realización es eficaz para eliminar los minerales disueltos del líquido que pasa a través del mismo.

- 5 En una realización del aparato, la sección de procesamiento incluye al menos un cartucho de tratamiento de líquido reemplazable que incluye al menos una cámara que aloja al menos uno de los minerales.

Esto hace más fácil manejar los minerales en el punto de uso. Por ejemplo, se puede evitar la contaminación.

Según otro aspecto, se proporciona un método de acondicionamiento de un líquido acuoso según la reivindicación 7.

- 10 En este método, la dureza de carbonatos se establece en aproximadamente un valor teórico o para que caiga dentro de un intervalo teórico. Con este procedimiento se proporciona un intervalo más amplio de posibles combinaciones de valores para el pH y la dureza de carbonatos del líquido acondicionado. En particular, es posible conseguir un intervalo más amplio de valores teóricos de la dureza de carbonatos mientras que aún se cumplen las restricciones impuestas al pH.

- 15 Por lo tanto, en una realización del método, el nivel del CO₂ y los valores de la fracción se ajustan sujetos a al menos una restricción en el pH del líquido acondicionado.

En una variante del método, la etapa para aumentar el nivel de CO₂ incluye someter al menos parte del líquido a un tratamiento mediante intercambio iónico, en donde el líquido se pone en contacto con un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno.

- 20 Esta realización es adecuada para obtener los niveles de CO₂ típicamente apropiados para la aplicación del aparato en un entorno de punto de uso, p. ej., para acondicionar el líquido suministrado a una máquina de bebidas. Típicamente, serían apropiados en tal caso niveles del orden de mg·l⁻¹. La obtención de tales niveles por inyección directa de CO₂ en forma gaseosa sin subsiguiente desgasificación es más difícil.

Una variante de esta realización incluye combinar el líquido sometido al tratamiento mediante intercambio iónico con líquido que se somete a lo sumo en menor medida al tratamiento mediante intercambio iónico.

- 25 Por lo tanto, es posible ajustar el nivel de CO₂.

- 30 En una variante de la realización en la que la etapa para aumentar el nivel de CO₂ incluye someter al menos parte del líquido a un tratamiento mediante intercambio iónico, en donde el líquido se pone en contacto con un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno, la etapa para aumentar el nivel de CO₂ incluye reducir la dureza de carbonatos del líquido en una medida dependiente de al menos uno de un valor teórico respectivo y un intervalo teórico respectivo de al menos uno del pH y la dureza de carbonatos del líquido acondicionado.

La reducción de la dureza de carbonatos corresponde a la elevación del nivel de CO₂ libre, de modo que corresponde realmente a una dureza de carbonatos más elevada en el líquido acondicionado.

- 35 Una variante particular de la presente memoria incluye determinar el grado de reducción, cuya determinación incluye al menos variar una razón de combinación y medir una variación resultante en el valor de un parámetro del líquido mezclado dependiente de al menos una concentración de componentes que se pueden eliminar del líquido sometiendo el líquido al tratamiento mediante intercambio iónico.

- 40 Así, se utiliza un método como el descrito, por ejemplo, en el documento WO 2014/006128 A1 para determinar la reducción de la dureza de carbonatos y, por tanto, el aumento de CO₂ libre. El método permite determinar la dureza de carbonatos del líquido no tratado. Con el conocimiento de la razón de combinación y la eficacia de la reducción de la dureza de carbonatos por medio del tratamiento mediante intercambio iónico (que puede suponerse que es de 100%), se puede cuantificar la reducción de la dureza de carbonatos.

El líquido se somete a filtración mediante membrana entre las etapas de aumento del nivel de CO₂ y disolución del al menos un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos.

- 45 Esto permite reducir la concentración total de minerales disueltos (concentración de TDS). Además, el control del pH y la dureza de carbonatos es más fácil, ya que se eliminan los aniones que no se caracterizan en el sistema de carbonatos. Como efecto adicional, el aumento del nivel de CO₂ ayuda a mantener la membrana o membranas libres de incrustaciones.

En una variante de esta realización, el procedimiento de filtración mediante membrana es un procedimiento de filtración de flujo transversal.

- 50 Por tanto, no hay necesidad de retrolavado. El aumento del nivel de CO₂ contribuye a una vida útil aceptable de la membrana o membranas.

Una realización incluye ajustar al menos uno de:

- una diferencia de presión transmembrana; y
- una razón volumétrica con la que el producto retenido obtenido en el procedimiento de filtración mediante membrana se mezcla con otro líquido para formar una mezcla de líquido sometida a filtración mediante membrana.

5 La concentración de TDS en el líquido acondicionado se puede ajustar de este modo.

Una realización del método según la invención incluye el uso de un aparato según la invención.

La invención se explicará con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un primer aparato de tratamiento de líquido;

La Fig. 2 es un diagrama que muestra la distribución de especies de carbonato como una fracción de
10 carbonato disuelto total en relación con el pH de la solución; y

La Fig. 3 es un diagrama esquemático de una variante del primer aparato de tratamiento de líquido; y

La Fig. 4 es un diagrama esquemático de un segundo aparato de tratamiento de líquido.

15 Un aparato de tratamiento de líquido para el tratamiento de un líquido acuoso incluye una entrada 1 y una salida 2. El líquido puede ser agua potable de la red, en cuyo caso la entrada 1 puede incluir un acoplador para conectar el aparato al suministro de agua potable de la red. La salida 2 puede incluir al menos un acoplador para conectar el aparato a uno o más conductos para conducir líquido a uno o más dispositivos (no mostrados). Un ejemplo de tal dispositivo es una máquina de café, p. ej., para un establecimiento de restauración.

20 El aparato está configurado para permitir que el líquido acuoso cumpla varios requisitos simultáneamente. Este es el caso incluso si el líquido recibido en la entrada es relativamente salino, tal como podría ser el caso para el agua potable en regiones costeras. Los requisitos son el pH, los TDS (sólidos disueltos totales) y la dureza de carbonatos (también denominada alcalinidad o dureza temporal).

En la realización ilustrada, el aparato incluye una interfaz 3 para recibir información que es directamente representativa de los valores teóricos o permite inferir estos valores teóricos. Un ejemplo de esto último sería una especificación del tipo de aparato al que está conectada la salida 2 para suministrar el líquido tratado.

25 La información recibida a través de la interfaz 3 se pasa a un dispositivo de control 4 para controlar el funcionamiento del aparato de tratamiento de líquido.

30 El aparato incluye adicionalmente un primer sensor de conductividad 5 y un segundo sensor de conductividad 6, que están dispuestos para proporcionar señales al dispositivo de control 4. Al menos el primero del primer y segundo sensores de conductividad 5, 6 puede ser selectivo de iones, de modo que la señal corresponde a una medida de una concentración de un subconjunto de especies iónicas en el líquido, p. ej., una medida de la concentración de solo carbonato de calcio. Sin embargo, generalmente, el método de funcionamiento del aparato de tratamiento de líquido no requiere tales sensores, que son más costosos que los sensores de conductividad que no son específicos de iones. La señal proporcionada por al menos uno de los sensores 5, 6 puede ser una señal ajustada para desviaciones de una temperatura de referencia (p. ej., 25°C), por lo que se aproxima más estrechamente a la concentración de iones.
35 En otra realización, el dispositivo de control realiza el ajuste basándose en una señal de un termómetro separado (no mostrado). El ajuste también se puede suprimir, dependiendo del grado de precisión deseado.

40 El aparato de tratamiento de líquido incluye un primer dispositivo 7 de tratamiento de líquido que incluye una primera parte de cabeza 8 y un primer cartucho reemplazable de tratamiento de líquido 9. El primer cartucho 9 tiene al menos dos puertos de entrada y al menos un puerto de salida. El primer cartucho 9 se puede conectar a la primera parte de cabeza 8 de manera que se mantenga en la primera parte de cabeza 8 y se establezca una comunicación de líquido sellada entre las entradas del primer cartucho 9 y las salidas respectivas de la primera parte de cabeza 8 y entre la salida o salidas del primer cartucho 9 y un número correspondiente de entradas respectivas de la primera parte de cabeza 8. Esto se puede interrumpir liberando el primer cartucho 9 de la primera parte de cabeza 8. La conexión y configuración de la primera parte de cabeza 8 y el primer cartucho 9 puede ser como se describe en el documento
45 WO 2008/122496 A1, por ejemplo.

50 La primera parte de cabeza 8 está conectada de manera esencialmente permanente a la entrada 1 a través de un único conducto. La primera parte de cabeza 8 incluye un primer divisor de flujo de razón variable 10 para separar un flujo entrante de líquido a tratar en dos subflujos, cada uno proporcionado a un puerto de entrada respectivo separado del primer cartucho 9. Los ajustes del primer divisor de flujo de razón variable 10 son ajustables por un accionador controlado por el dispositivo de control 4. El accionador puede ser un motor paso a paso o un servomotor, por ejemplo. El dispositivo de control 4 está configurado para relacionar la razón de caudal volumétrico entre los subflujos con un valor de los ajustes bajo su control.

El primer cartucho 9 incluye un primer lecho 11 de medio de tratamiento líquido que incluye resina de intercambio catiónico de la que al menos una porción está en forma de hidrógeno. Puede estar esencialmente completamente en forma de hidrógeno en el primer uso. Alternativamente, parte de la resina de intercambio iónico se puede cargar inicialmente con un ion de metal alcalino, p. ej., sodio o potasio. Al menos la mayor parte de la resina de intercambio catiónico está inicialmente en forma de hidrógeno. Es decir, que la mayoría de los sitios funcionales por unidad de volumen (capacidad volumétrica determinada, p. ej., según DIN 54403 o ASTM D4266) tiene un ion hidrógeno como su contraión. El medio de tratamiento líquido puede incluir una mezcla de diferentes resinas o solo una resina de intercambio catiónico. La resina o resinas de intercambio catiónico pueden ser resinas de intercambio catiónico débilmente ácidas, p. ej., que tienen grupos carboxilo como sus grupos funcionales. El medio de tratamiento líquido en el primer lecho 11 puede incluir otros materiales distintos de las resinas de intercambio catiónico.

Durante su uso, el hidrógeno se desorbe en intercambio por iones magnesio y calcio. El hidrógeno reacciona con iones bicarbonato para formar H_2O y CO_2 . El CO_2 no se experimenta desgasificación, porque el aparato de tratamiento de líquido forma un sistema esencialmente cerrado. En su lugar, está presente como CO_2 libre.

El primer cartucho 9 incluye adicionalmente un segundo lecho 12 de medio de tratamiento líquido, separado del primer lecho 11 por un dispositivo de retención permeable a los líquidos 13. El segundo lecho 12 puede contener un medio de tratamiento líquido para el tratamiento de líquido por sorción, p. ej., un medio de tratamiento líquido para el tratamiento de líquido distinto del intercambio iónico. El medio de tratamiento líquido puede incluir en particular carbón activado.

El primer subflujo creado por el primer divisor de flujo de razón variable 10 se conduce a un extremo opuesto del primer cartucho 9 al extremo por el que está conectado a la primera parte de cabeza 8 por un tubo de caída 14. Desde allí pasa a través del primer lecho 11 al segundo lecho 12. El segundo subflujo se conduce directamente al segundo lecho 12, evitando el primer lecho 11. Los dos subflujos se mezclan en el segundo lecho 12, desde donde el líquido se devuelve a la primera parte de cabeza 8. El primer sensor de conductividad 5 está situado inmediatamente aguas abajo de la primera parte de cabeza 8. Mide así una propiedad de la mezcla líquida compuesta por líquido tratado en el primer lecho 11 y líquido que ha evitado el primer lecho 11.

El dispositivo de control 4 establece la reducción en la dureza de carbonatos de la totalidad del líquido tratado en el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7. Con este fin, se lleva a cabo un método junto con las líneas del divulgado en el documento WO 2014/006128 A1, cuya esencia se repite aquí.

El líquido no tratado tendrá una conductancia eléctrica específica s_0 que es la suma de la conductancia eléctrica s_{CH} debido a los iones carbonato y bicarbonato de los componentes que contribuyen a la dureza de carbonatos y la conductancia $s_1 = s_0 - s_{CH}$ debida a otros componentes. Se supondrá aquí que el primer lecho 11 es completamente eficaz para eliminar los iones carbonato y bicarbonato de los componentes que contribuyen a la dureza de carbonatos. Estos se sustituyen por CO_2 , de manera que la conductancia del líquido tratado en el primer lecho 11 tenga el valor s_1 . Se supondrá que el líquido que evita el primer lecho 11 conserva su conductancia específica original s_0 . La fracción de líquido que ha evitado el primer lecho 11 en la mezcla a la que está expuesto el primer sensor de conductividad 5 se denomina en el presente documento fracción de combinación x . El primer sensor de conductividad 5 mide así una conductancia eléctrica específica $s(x)$, en donde $s(x) = x \cdot s_0 + (1-x) \cdot (s_0 - s_{CH}) = s_0 - (1-x) \cdot s_{CH}$. La conductancia eléctrica específica s_{CH} debida a la dureza de carbonatos, se puede obtener determinando la derivada $s'(x)$. El valor de la dureza de carbonatos se puede obtener multiplicando esta derivada por un factor de conversión F . Este factor de conversión F puede ser una constante predeterminada o determinada por medio de un método como se expone en el documento WO 2014/006129 A1. La reducción de ΔCH después sigue como $\Delta CH = (1-x) \cdot F \cdot s'(x)$. El valor de la derivada $s'(x)$ de la conductancia eléctrica con respecto a la fracción de combinación x se aproxima variando la fracción de combinación en una pequeña cantidad Δx y determinando la variación resultante Δs en la conductancia eléctrica $s(x)$ medida por el primer sensor de conductividad 5. De esta manera, el dispositivo de control 4 puede determinar la reducción de la dureza de carbonatos y, por lo tanto, la cantidad de CO_2 libre generado utilizando la señal procedente solamente del primer sensor de conductividad 5. No hay necesidad de proporcionar un sensor de conductividad adicional aguas arriba del primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 y de restar la conductancia determinada por el primer sensor de conductividad 5 de la medida por tal sensor adicional. Por lo tanto, se evitan los problemas de calibración debidos a diferentes velocidades de deriva del sensor y problemas con la formación de sarro en un sensor aguas arriba.

En una variante de este método, se utiliza un sensor de conductividad selectiva de iones (no mostrado) además del primer sensor de conductividad 5. Este sensor adicional permite determinar, por ejemplo, la concentración de solo iones calcio o solo iones magnesio. Esto es útil, debido a que el nivel de CO_2 libre depende de si la concentración de $CaCO_3$ o $MgCO_3$ se reduce. Así, con el conocimiento de la razón de la concentración de iones calcio a iones magnesio en el agua no tratada se permite determinar el nivel de CO_2 libre con mayor precisión a partir de la reducción de ΔCH en la dureza de carbonatos.

Aunque la realización ilustrada supone que el dispositivo de control 4 es capaz de relacionar los ajustes del primer divisor de flujo de razón variable 10 con un valor de la fracción de combinación x , una realización alternativa puede incluir medidores de flujo para determinar la razón de caudal volumétrico entre los dos subflujos creados por el primer divisor de flujo de razón variable 10.

El líquido tratado por el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 se conduce a una entrada 15 de un dispositivo

de filtración mediante membrana 16 dispuesto para funcionar como un dispositivo de filtración de flujo transversal. Por tanto, presenta una salida 17 para el producto retenido y una salida 18 para el producto filtrado. El dispositivo de filtración mediante membrana 16 puede incluir uno o más módulos de membrana, p. ej., en forma de un módulo de membrana enrollado en espiral, un módulo de membrana de fibra hueca, un módulo de membrana tubular y/o una membrana en forma de lámina montada en un marco. La membrana o membranas pueden tener un tamaño de poro como máximo de 10 Å, pueden ser de hecho no porosas, de modo que el dispositivo de filtración mediante membrana 16 sea eficaz para eliminar al menos algunos iones. Sin embargo, la membrana o membranas son permeables al CO₂ libre. La membrana o membranas pueden ser membranas compuestas, p. ej., con una subcapa porosa y una capa superior densa delgada, por ejemplo, no porosa. En una membrana de ósmosis inversa, el agua y moléculas pequeñas tales como CO₂ se difunden a través de vacantes en la estructura molecular del material de membrana, mientras que los iones en solución y moléculas más grandes no lo hacen. Un ejemplo de una membrana adecuada es una membrana compuesta que comprende una capa de soporte con un espesor de ~ 120 µm fabricada de poliéster, una membrana de ultrafiltración con un espesor de ~ 40 µm fabricada de polisulfona o polietersulfona y una capa activa con un espesor de ~ 200 nm fabricada de poliamida o acetato de celulosa.

El producto filtrado que sale a través de la salida de producto filtrado 18 tiene, por lo tanto, un valor de TDS relativamente bajo, pero contiene CO₂ libre. La razón de recuperación, la razón de producto filtrado a líquido suministrado a la entrada 15 puede variarse ajustando una resistencia al flujo variable 19. Las configuraciones de la resistencia variable al flujo 19 son ajustables bajo el control del dispositivo de control 4, que utiliza la señal del segundo sensor de conductividad 6 para este propósito.

En una realización, también o alternativamente es posible variar la diferencia de presión transmembrana por medio de una bomba 20 o una resistencia de flujo variable adicional o alternativa (no mostrada), ubicada aguas arriba de la entrada 15.

El producto filtrado pasa a un segundo dispositivo de tratamiento de líquido 21, que incluye una segunda parte de cabeza 22 y un segundo cartucho de tratamiento de líquido reemplazable 23. El segundo cartucho 23 tiene al menos un puerto de entrada y al menos un puerto de salida. El segundo cartucho 23 se puede conectar a la segunda parte de cabeza 22 de manera que se mantenga en la segunda parte de cabeza 22 y se establezca una comunicación de líquido sellada entre el puerto o puertos de entrada del segundo cartucho 23 y los puertos de salida respectivos de la segunda parte de cabeza 22 y entre el puerto de salida o puertos de salida del segundo cartucho 23 y un número correspondiente de puertos de entrada respectivos de la segunda parte de cabeza 22. Esto se puede interrumpir liberando el segundo cartucho 23 de la segunda parte de cabeza 22. La conexión y configuración de la segunda parte de cabeza 22 y el segundo cartucho 23 puede ser como se describe en el documento WO 2008/122496 A1, por ejemplo.

La segunda parte de cabeza 22 incluye un segundo divisor de flujo de razón variable 24 para separar un flujo de líquido en al menos dos subflujos. Al menos uno de los subflujos se conduce al segundo cartucho reemplazable de tratamiento de líquido 23 a través de un puerto de salida de la segunda parte de cabeza 22 y un puerto de entrada del segundo cartucho reemplazable de tratamiento de líquido 23. Se conduce a un extremo opuesto del segundo cartucho reemplazable de tratamiento de líquido 23 al extremo conectado a la segunda parte de cabeza 22. Desde allí, pasa a través de un lecho 25 de minerales, que se disuelven en el líquido. El líquido pasa a través de un dispositivo de retención permeable a los líquidos 26 a un puerto de salida del segundo cartucho reemplazable de tratamiento de líquido 23 en comunicación de líquido con un puerto de entrada de la segunda parte de cabeza 22, y desde allí a una ubicación de mezcla 27 en la segunda parte de cabeza 22. El líquido que forma el subflujo o subflujos que pasa a través del lecho mineral 25 se mezcla con el otro subflujo o subflujos creados por el segundo divisor de flujo de razón variable 24 en la ubicación de mezcla. El otro subflujo o subflujos evitan el segundo cartucho de tratamiento de líquido reemplazable 23 y, por lo tanto, están compuestos esencialmente de producto filtrado que lleva CO₂ libre.

En una realización alternativa, la derivación no es a través de la segunda parte de cabeza 22 sino a través de una sección del segundo cartucho reemplazable de tratamiento de líquido 23 separada del lecho 25 de minerales, de modo que al menos un subflujo aún evita el lecho 25 de minerales. En tal realización, la ubicación de mezcla puede estar en el cartucho 23, de modo que la segunda parte de cabeza 22 no necesita incluir un conducto de derivación. Esta realización permitiría el uso de una segunda parte de cabeza 22 de construcción idéntica a la primera parte de cabeza 8.

Los minerales en el lecho 25 pueden incluir cualquier mineral o mezcla de minerales para aumentar la dureza de carbonatos. Pueden incluir al menos uno de carbonato de magnesio y carbonato de calcio, p. ej., en forma granular. Pueden incluir uno cualquiera o más de óxido de magnesio, óxido de calcio, carbonato de magnesio y calcio (MgCa(CO₃)₂), hidróxido de magnesio e hidróxido de calcio. Pueden estar presentes en forma granular. En una realización alternativa, el segundo cartucho de tratamiento de líquido reemplazable 23 puede estar dispuesto para mezclar una solución o pasta mineral concentrada con el producto filtrado que pasa a través de él.

El CO₂ libre aumenta la solubilidad de los minerales en el lecho 25, de manera que la concentración de CO₂ determina la dureza de carbonatos del líquido que sale del segundo cartucho de tratamiento de líquido reemplazable 23.

Si el mineral en el lecho 25 consiste esencialmente en carbonato de magnesio, el pH del líquido que sale del segundo cartucho de tratamiento de líquido reemplazable 23 es siempre aproximadamente el mismo, como se muestra en la Fig. 2, siempre que el nivel de CO₂ libre sea del orden de mg·l⁻¹. El diagrama es válido para un sistema cerrado en

donde no se añade o se retira CO₂. El pH estará en ese caso en el valor indicado por la línea discontinua, es decir, un poco más de 10, debido a la presencia de grandes cantidades de minerales de carbonato no disueltos. Esta realización es sencilla de manejar.

- 5 Para otros minerales o mezclas de minerales, la dureza de carbonatos del líquido que pasa a través del lecho 25 variará con el nivel de CO₂ libre. Será relativamente estable dentro de un intervalo de valores del nivel de CO₂ libre que es el intervalo en donde el control de la dureza de carbonatos y el pH del líquido acondicionado proporcionado en la salida 2 es el más sencillo. El pH generalmente no mostrará la misma dependencia del nivel de CO₂ libre.

Desde el lugar de mezcla 27, el líquido acuoso acondicionado fluye a la salida 2 del aparato de tratamiento de líquido. En una realización alternativa, se puede conducir a un depósito desde el que se puede dispensar bajo demanda.

- 10 El dispositivo de control 4 está dispuesto para controlar el primer y segundo divisores de flujo de razón variable 10, 24 y la resistencia de flujo variable 19 de manera que el líquido acondicionado cumpla varios requisitos. Como ejemplo, el aparato se puede utilizar para tratar agua potable relativamente salina para producir agua potable acondicionada para preparar café. Se recomienda, p. ej., por organismos comerciales tales como Deutscher Kaffeeverband, que tal agua tenga las siguientes propiedades:

contenido total de minerales (TDS):	100 - 200 mg·l ⁻¹ ;
dureza de carbonatos:	3-6 °dH; y
pH:	6,5-7,5.

- 15 En una realización práctica del aparato, el dispositivo de control 4 consultará datos almacenados en memoria que relacionan la dureza de carbonatos del líquido en la entrada 1 y un valor teórico de la dureza de carbonatos en la salida 2 con configuraciones de al menos el primer y segundo divisores de flujo de razón variable 10, 24. La dureza de carbonatos del líquido en la entrada 1 es necesaria para poder ajustar un nivel particular de CO₂ libre. Las configuraciones almacenadas aseguran que también se cumplan las restricciones sobre el valor del pH del líquido acondicionado que se va a suministrar en la salida 2.

- 25 Tales datos almacenados se pueden obtener en un procedimiento iterativo como sigue. Primero, se determina la concentración aproximada de CO₂ libre necesaria para alcanzar el extremo superior del intervalo de dureza de carbonatos recomendado. Se determinan a continuación las configuraciones apropiadas del segundo divisor de flujo de razón variable 24 para llegar a un pH por debajo del extremo superior del intervalo recomendado. Si estos dieran como resultado un valor de la dureza de carbonatos que fuera demasiado bajo, un nuevo valor del CO₂ libre se determina en otra iteración. Una vez que se han determinado los valores para cumplir ambos requisitos, los divisores de flujo de razón variable 10, 24 se ajustan a configuraciones apropiadas, después de lo cual al menos una de la resistencia de flujo variable 19 y la bomba 20 se ajusta para cumplir los requisitos de TDS. Este ajuste no afecta de manera apreciable a la dureza de carbonatos, ya que en cualquier caso ya se ha reducido por el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 y las membranas en el dispositivo de filtración mediante membrana 16 permitirán predominantemente que los iones monovalentes pasen, en contraposición a los divalentes.

De este modo, es posible asegurar que se cumplan varios requisitos, incluso si el líquido recibido en la entrada 1 tiene una concentración de cloruro de sodio relativamente alta.

- 35 En lugar de controlar la resistencia de flujo variable 19 o la bomba 20 dependiendo de al menos uno de un valor teórico y un intervalo teórico para el TDS, una realización alternativa (Fig. 3) incluye una línea de recirculación 28 para conducir una porción variable del líquido desde la salida de producto retenido 17' de vuelta a la entrada 15' del dispositivo de filtración mediante membrana 16. La línea de recirculación 28 incluye una válvula unidireccional 29 para garantizar que el líquido solo puede fluir desde la salida de producto retenido 17' a la entrada 15', y puede incluir una bomba (no mostrada). El dispositivo de control 4' determina la razón de mezcla de líquido desde la salida de producto retenido 17' a líquido desde el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7' dependiendo de al menos uno de un valor teórico y un intervalo teórico de una medida representativa de una concentración de componentes en líquido, p. ej., el TDS. La razón de mezcla se establece controlando una resistencia de flujo variable 30.

- 45 En otros aspectos, el aparato de la Fig. 3 es igual que el de la Fig. 1, de manera que las partes iguales han recibido números de referencia iguales.

- 50 Un segundo aparato de tratamiento de líquido (Fig. 4) difiere en que no hace uso del primer dispositivo de tratamiento de líquido 7, 7' que incluye un cartucho de tratamiento de líquido reemplazable 9, 9' con un lecho 11, 11' de medio de tratamiento de líquido que incluye resina de intercambio catiónico débilmente ácida en forma de hidrógeno. En su lugar, se proporciona un dispositivo de carbonatación en línea 31 entre una entrada 32 del segundo aparato de tratamiento de líquido y una entrada 33 de un dispositivo de filtración mediante membrana 34 dispuesto para funcionar en modo de flujo transversal. El dispositivo de carbonatación en línea 31 está provisto de CO₂ en forma de gas procedente de una fuente 35, tal como un depósito o una botella de gas sustituible. El nivel de CO₂ en el líquido suministrado a la entrada del dispositivo de filtración 33 es controlado o regulado por un dispositivo de control 36. Solo

se describe un ejemplo posible de un dispositivo de carbonatación en línea adecuado 31 en el documento WO 2012/006157 A2. Como se describe en el mismo, el nivel de CO₂ se puede ajustar variando la presión del CO₂ en forma gaseosa con respecto a la del líquido. A este respecto, se observa que se puede proporcionar una bomba (no mostrada) aguas arriba del dispositivo de carbonatación en línea 31 y que el dispositivo de carbonatación en línea 31 puede incluir un regulador de presión para el CO₂.

El líquido carbonatado se suministra a la entrada 33 del dispositivo de filtración mediante membrana 34. Este último se describe como anteriormente en relación con los dispositivos de filtración mediante membrana 16, 16' del primer aparato de tratamiento de líquido. El CO₂ pasa así a través de la membrana o membranas y emerge en el producto filtrado suministrado a una salida de producto filtrado 37 del dispositivo de filtración mediante membrana 34. Al menos algo de producto retenido se suministra al drenaje 38 a través de una salida de producto retenido 39. Sin embargo, en la realización ilustrada, una fracción variable del producto retenido se conduce de vuelta a la entrada 33 a través de una línea de recirculación 40 en la que se disponen una válvula unidireccional 41 y una resistencia de flujo variable 42. El dispositivo de control 36 está dispuesto para hacer que las configuraciones de la resistencia de flujo variable 19 se ajusten para establecer el tamaño de la fracción del producto retenido devuelta a la entrada 33.

El producto filtrado procedente de la salida de filtrado 37 fluye más allá de un sensor de conductividad 43 dispuesto para proporcionar una señal al dispositivo de control 36. La señal puede ser representativa de la conductancia eléctrica específica o de la conductancia eléctrica específica ajustada para desviaciones de una temperatura de referencia.

Un segundo dispositivo de tratamiento de líquido 44 de composición idéntica a los segundos dispositivos de tratamiento de líquido 21, 21' de las realizaciones de las Fig. 1 y 3 está dispuesto aguas abajo del sensor de conductividad 43. Por tanto, incluye una parte de cabeza 45 y un cartucho reemplazable de tratamiento de líquido 46. La parte de cabeza 45 incluye un divisor de flujo de razón variable 47, cuyos ajustes son controlados o regulados por el dispositivo de control 36. La parte de cabeza 45 también incluye una ubicación de mezcla 48.

El cartucho 46 incluye un lecho mineral 49 que incluye minerales que se disuelven en el líquido que pasa a través del lecho para aumentar la dureza de carbonatos. La composición del lecho mineral 49 corresponde a la del lecho mineral 25 como se ha descrito anteriormente para las otras realizaciones. Un dispositivo de retención permeable a los líquidos 50 mantiene el lecho mineral 49 en su lugar.

Durante su uso, el líquido que forma el subflujo o subflujos que pasan a través del lecho mineral 49 se mezcla con el otro subflujo o subflujos creados por el divisor de flujo de razón variable 47 en la ubicación de mezcla 48. Estos otros subflujo o subflujos evitan el cartucho de tratamiento de líquido reemplazable 46 y, por lo tanto, están compuestos esencialmente por producto filtrado que lleva CO₂ libre.

La información para especificar un valor teórico o intervalo teórico respectivos para al menos la dureza de carbonatos del líquido proporcionado en una salida 51 del aparato se obtiene mediante el dispositivo de control 36 a través de una interfaz 52. Puede proceder entonces a ajustar el nivel de CO₂ para cumplir los requisitos de dureza de carbonatos y las configuraciones del divisor de flujo de razón variable 47 para cumplir los requisitos de pH en un procedimiento iterativo, después de lo cual se hace que las configuraciones del dispositivo de carbonatación en línea 31 y el divisor de flujo de razón variable 47 se ajusten a los valores apropiados. En realizaciones en la que también se debe cumplir un requisito de TDS, también se ajustan las configuraciones de la resistencia de flujo variable 42.

En otra realización, se utiliza una tabla de búsqueda para obtener las combinaciones de configuraciones apropiadas para cumplir los requisitos. En otra realización más, se proporciona una tabla de búsqueda de este tipo a un usuario y el usuario establece a mano las configuraciones del dispositivo de carbonatación en línea 31 y el divisor de flujo de razón variable 47.

La invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente, que pueden variarse dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. No es necesario que el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 sea el único dispositivo de tratamiento de líquido entre la entrada 1 y la entrada 15 del dispositivo de filtración mediante membrana 16. Por ejemplo, puede haber un filtro de sedimentos aguas arriba del primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 o un filtro de carbono activado separado entre el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 y el dispositivo de filtración mediante membrana 16.

No es necesario que el primer y segundo divisores de flujo de razón variable 10, 24 estén acoplados a un dispositivo de control 4 para ajustar sus configuraciones. En una realización alternativa, al menos uno del primer y segundo divisores de flujo de razón variable 10, 24, por ejemplo, ambos, es ajustable a mano o por medio de una herramienta manual. Un usuario puede estar provisto de un dispositivo para medir la dureza de carbonatos del agua recibida en la entrada 1 y una tabla para relacionar este valor y un valor teórico elegido de la dureza de carbonatos en el agua en la salida 2 con las configuraciones de los divisores de flujo de razón variable 10, 24.

En lugar de determinar primero la concentración aproximada de CO₂ libre necesaria para llegar al extremo superior de un intervalo de dureza de carbonatos recomendado y después determinar las configuraciones del segundo divisor de flujo de razón variable 24 para llegar a un pH por debajo del extremo superior del intervalo recomendado, también es posible comenzar con una determinación de las configuraciones del segundo divisor de flujo de razón variable 24 y ajustar las configuraciones del primer divisor de flujo de razón variable 10 en una etapa posterior.

Lista de números de referencia

- 1,1' - entrada
- 2,2' - salida
- 3,3' - interfaz
- 5 4,4' - dispositivo de control
- 5,5' - 1^{er} sensor de conductividad
- 6,6' - 2^o sensor de conductividad
- 7,7' - 1^{er} dispositivo de tratamiento de líquido
- 8,8' - 1^a parte de cabeza
- 10 9,9' - 1^{er} cartucho de tratamiento de líquido reemplazable
- 10,10' - 1^{er} divisor de flujo de razón variable
- 11,11' - 1^{er} lecho de medio de tratamiento de líquido
- 12,12' - 2^o lecho de medio de tratamiento de líquido
- 13,13' - dispositivo de retención permeable a líquidos
- 15 14,14' - tubo de caída
- 15,15' - entrada
- 16,16' - dispositivo de filtración mediante membrana
- 17,17' - salida para producto retenido
- 18,18' - salida para producto filtrado
- 20 19 - resistencia de flujo variable
- 20 - (opcional) bomba
- 21,21' - 2^o dispositivo de tratamiento de líquido
- 22,22' - 2^a parte de cabeza
- 23,23' - 2^o cartucho de tratamiento de líquido reemplazable
- 25 24,24' - 2^o divisor de flujo de razón variable
- 25,25' - lecho mineral
- 26,26' - 2^o dispositivo de retención permeable a líquidos
- 27,27' - ubicación de mezcla
- 28 - línea de recirculación
- 30 29 - válvula unidireccional
- 30 - resistencia de flujo variable
- 31 - dispositivo de carbonatación en línea
- 32 - entrada
- 33 - entrada del dispositivo de filtración
- 35 34 - dispositivo de filtración mediante membrana
- 35 - fuente de CO₂
- 36 - dispositivo de control

- 37 - salida del producto filtrado
- 38 - drenaje
- 39 - salida del producto retenido
- 40 - línea de recirculación
- 5 41 - válvula unidireccional
- 42 - resistencia de flujo variable
- 43 - sensor de conductividad
- 44 - 2º dispositivo de tratamiento de líquido
- 45 - parte de cabeza
- 10 46 - cartucho de tratamiento de líquido reemplazable
- 47 - divisor de flujo de razón variable
- 48 - ubicación de mezcla
- 49 - lecho mineral
- 50 - dispositivo de retención permeable a líquidos
- 15 51 - salida
- 52 - interfaz

REIVINDICACIONES

1. Aparato para acondicionar un líquido acuoso, que incluye:
 - al menos un dispositivo (7;7';31) de aumento de un nivel de CO₂ en el líquido;
 - un dispositivo de filtración mediante membrana (16;16';34); y
- 5 una sección de procesamiento (21;21';44) aguas abajo del al menos un dispositivo (7;7';31) de aumento del nivel de CO₂ en el líquido,
 - incluyendo la sección de procesamiento (21;21';44) al menos un dispositivo de tratamiento de líquido (23;23';46) para disolver al menos un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos en al menos parte del líquido que atraviesa la sección,
- 10 en donde la sección de procesamiento (21;21';44) incluye una subsección (25;25';49) que aloja el al menos un mineral que se va a disolver, define una trayectoria de flujo que evita la subsección (25;25';49) e incluye una ubicación de mezcla (27;27';48) para combinar a una razón ajustable una fracción de líquido conducida a través de la subsección (25;25';49) con una fracción adicional de líquido conducida a lo largo de la trayectoria de flujo que evita la subsección (25;25';49), siendo la fracción y la fracción adicionales fracciones del líquido del
- 15 que se ha aumentado el nivel de CO₂ antes de separarlo en fracciones, caracterizado por que
 - el dispositivo de filtración mediante membrana (16;16';34) está interpuesto entre el al menos un dispositivo (7;7';31) para aumentar un nivel de CO₂ en el líquido y la sección de procesamiento, y por que
 - el al menos un dispositivo (7;7';31) para aumentar un nivel de CO₂ en el líquido está dispuesto para aumentar el nivel hasta un valor ajustable.
- 20 2. Aparato según la reivindicación 1,
 - en donde el al menos un dispositivo (7;7') para aumentar el nivel de CO₂ en el líquido incluye al menos un dispositivo de tratamiento de líquido (9;9') para el tratamiento de líquido mediante intercambio iónico que comprende un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno.
3. Aparato la reivindicación 1 o 2,
- 25 en donde el dispositivo de filtración mediante membrana (16;16';34) está dispuesto para funcionar en modo de flujo transversal.
4. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye al menos uno de:
 - al menos un dispositivo (19;20) para ajustar una diferencia de presión transmembrana en el dispositivo de filtración mediante membrana (16;34); y
- 30 al menos un dispositivo (30;42) para ajustar un caudal volumétrico de líquido devuelto desde una salida de producto retenido (17';39) del dispositivo de filtración mediante membrana (16';34) a una entrada (15';33) del dispositivo de filtración mediante membrana (16';34).
5. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- 35 que incluye un sensor (6;6';43) para obtener una señal representativa de un parámetro al menos dependiente de una concentración total de minerales disueltos en líquido, p. ej., ubicado aguas abajo de una salida de producto filtrado (18;18;37) del dispositivo de filtración mediante membrana (16;16';34).
6. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 - en donde la sección de procesamiento (21;21';44) incluye al menos un cartucho de tratamiento de líquido reemplazable (23;23';46) que incluye al menos una cámara que aloja al menos uno de los minerales.
- 40 7. Método de acondicionamiento de un líquido acuoso, que incluye:
 - disolver al menos un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos en agua en una fracción del líquido, seguido de combinar la fracción con una fracción adicional del líquido,
 - en donde un nivel de CO₂ en el líquido se aumenta antes de su separación en las fracciones,
 - caracterizado por que
- 45 el líquido se somete a una filtración mediante membrana entre las etapas de aumento del nivel de CO₂ y disolución del al menos un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos, y

se ajustan los valores de las fracciones y el nivel del CO₂ dependiendo de al menos uno de un valor teórico respectivo y un intervalo teórico respectivo de la dureza de carbonatos del líquido acondicionado.

8. Método según la reivindicación 7,

5 en donde el nivel del CO₂ y los valores de las fracciones se ajustan sujetos a al menos una restricción en el pH del líquido acondicionado.

9. Método según la reivindicación 8,

en donde la etapa para aumentar el nivel de CO₂ incluye someter al menos parte del líquido a un tratamiento mediante intercambio iónico, en donde el líquido se pone en contacto con un material de intercambio catiónico del que al menos una porción está en forma de hidrógeno.

10 10. Método según la reivindicación 9,

que incluye combinar el líquido sometido al tratamiento mediante intercambio iónico con líquido que está sometido a lo sumo en menor medida al tratamiento mediante intercambio iónico.

11. Método según la reivindicación 9 o 10,

15 en donde la etapa para aumentar el nivel de CO₂ incluye reducir la dureza de carbonatos del líquido en una medida dependiente de al menos uno de un valor teórico respectivo y un intervalo teórico respectivo de al menos uno del pH y la dureza de carbonatos del líquido acondicionado.

12. Método según la reivindicación 11,

20 que incluye determinar el grado de la reducción, cuya determinación incluye al menos variar una razón de combinación y medir una variación resultante en el valor de un parámetro del líquido combinado dependiendo de al menos una concentración de componentes retirables del líquido sometiendo el líquido al tratamiento mediante intercambio iónico.

13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 7-12,

en donde el procedimiento de filtración mediante membrana es un procedimiento de filtración de flujo transversal.

14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 7-13, que incluye el ajuste de al menos uno de:

25 una diferencia de presión transmembrana; y

una razón volumétrica con la que el producto retenido obtenido en el procedimiento de filtración mediante membrana se mezcla con otro líquido para formar una mezcla de líquido sometida a filtración mediante membrana.

15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 7-14,

30 que incluye el uso de un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6.

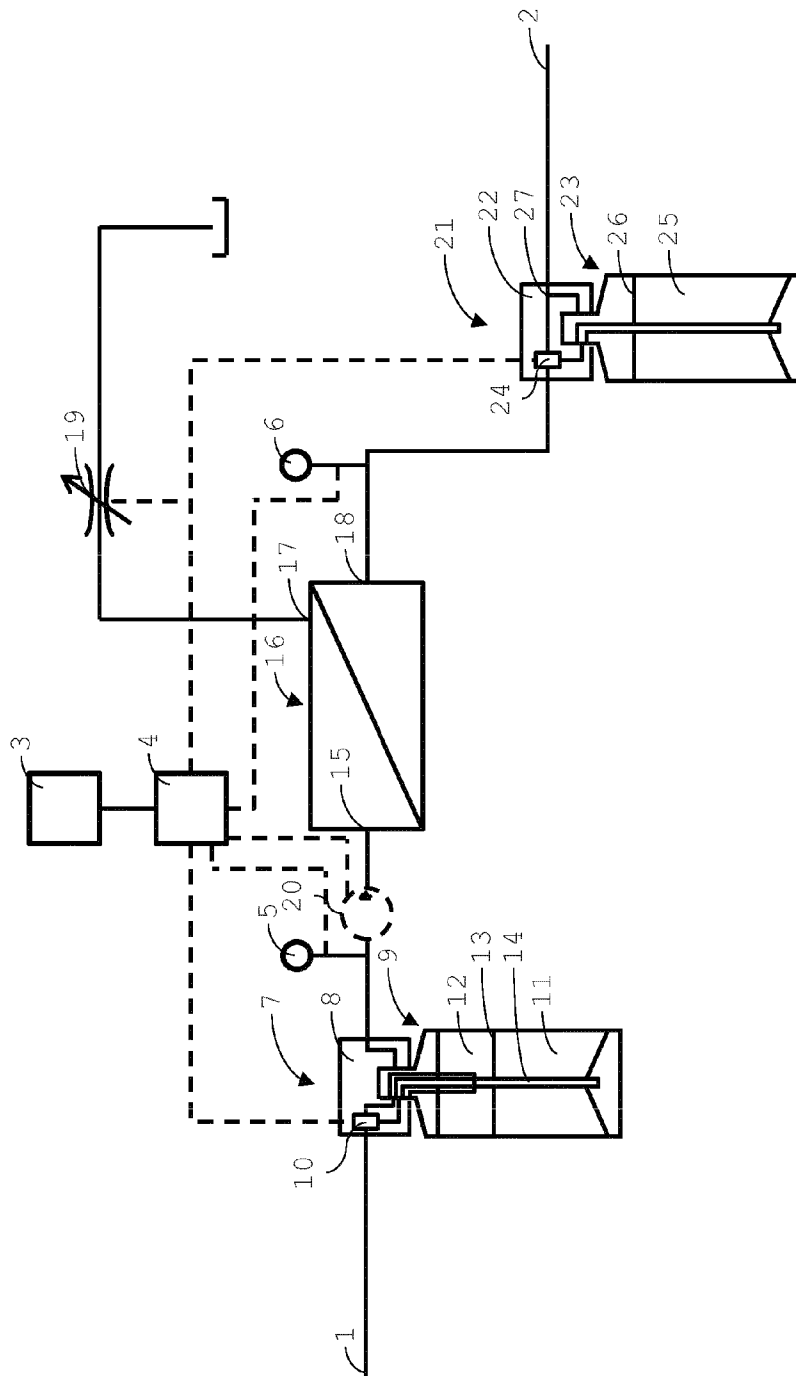


Fig. 1

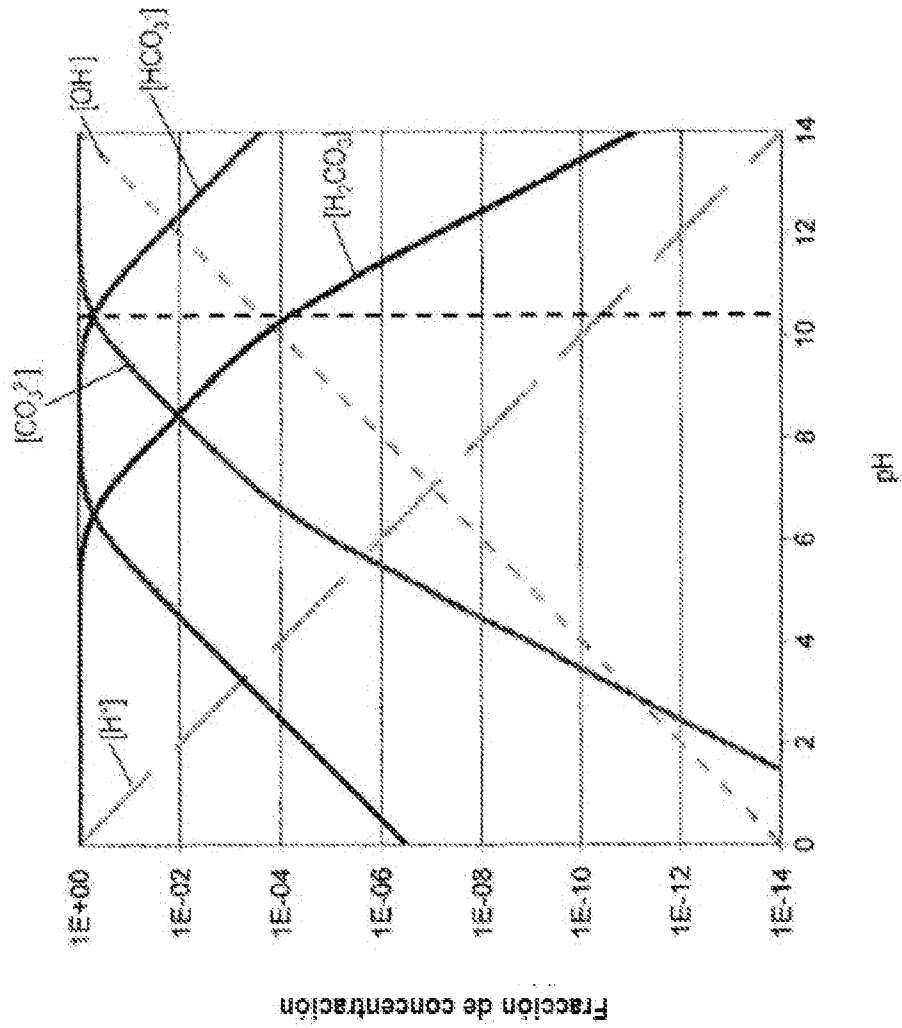


Fig. 2

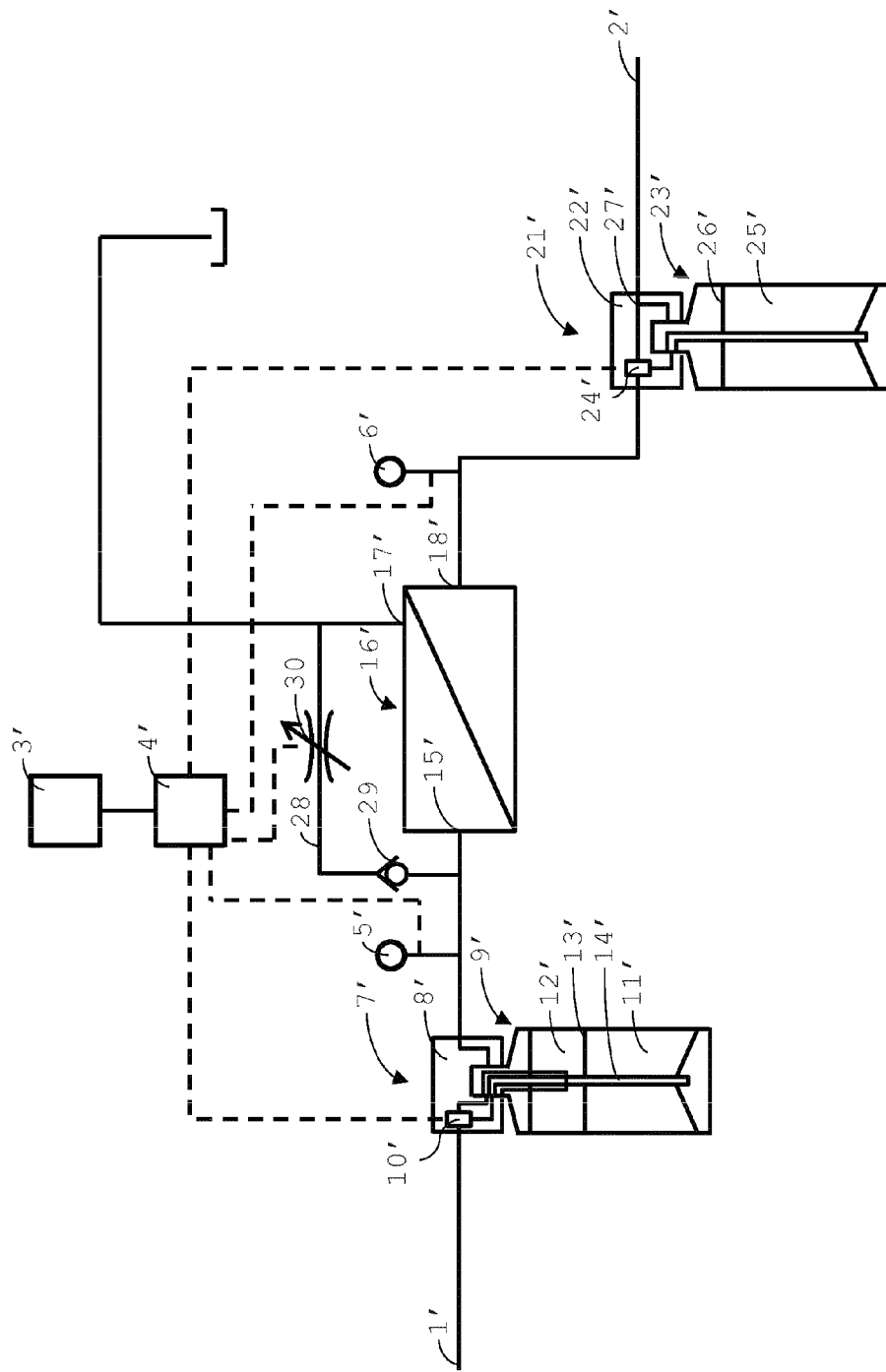


Fig. 3

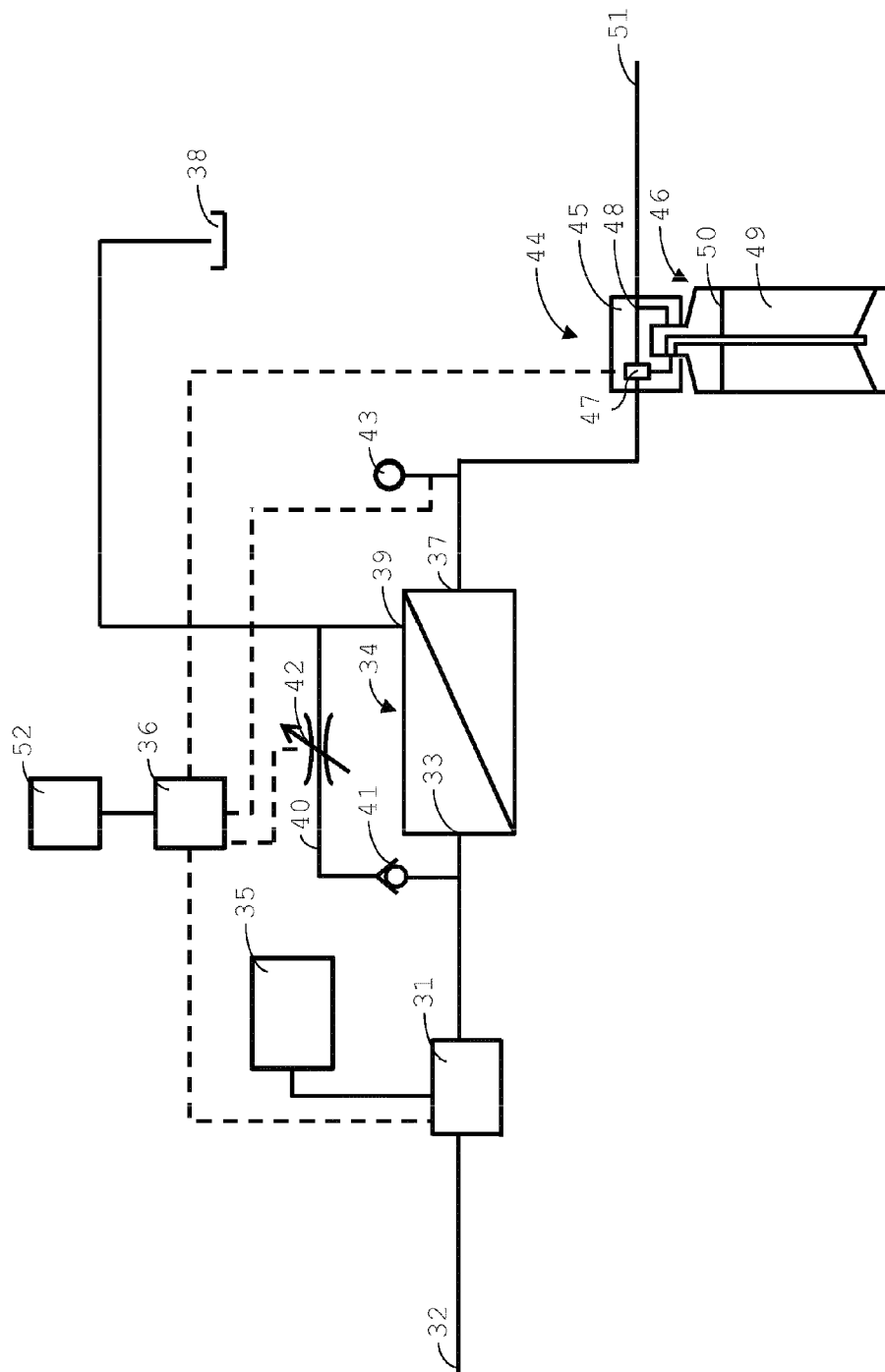


Fig. 4