

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 890**

51 Int. Cl.:

C02F 9/00 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

C02F 1/42 (2006.01)

C02F 1/66 (2006.01)

C02F 1/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2015** **E 15184680 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019** **EP 3141529**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2019

73 Titular/es:

**BRITA GMBH (100.0%)
Heinrich-Hertz-Strasse 4
65232 Taunusstein, DE**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 709 890 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 tratar un líquido acuoso

La invención está relacionada con un aparato para acondicionar un líquido acuoso según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 La invención también está relacionada con un método para acondicionar un líquido acuoso según el preámbulo de la reivindicación 12.

10 El documento US 5.174.901 describe un sistema purificador de líquido. Primero se pasa agua a través de un filtro de arena, donde se retira materia particulada. El agua atraviesa entonces un filtro de carbono, donde se retira exceso de cloro y/o de trihalometanos. A continuación atraviesa un descalcificador de agua para retirada de metales divalentes, tales como calcio, magnesio, hierro y manganeso. Siguiendo este pretratamiento, el agua pasa a un tanque de almacenamiento, desde donde es bombeada a una unidad de osmosis inversa. La unidad de osmosis inversa se diseña para recuperar porcentajes variables del agua bombeada a través de la unidad. Desde la unidad de osmosis inversa, el agua atraviesa una resina de intercambio catiónico fuertemente ácida, que convierte los sólidos totales disueltos en el agua desde una sal a un ácido en una cantidad proporcional a los aniones presentes en el efluente. El agua acidificada atraviesa luego un lecho de carbonato de calcio puro, lo que neutraliza el agua.

15 El documento WO 2014/093049 A1 describe un sistema de producción de agua que se configura para instalación bajo una encimera. El sistema incluye un adaptador que se configura para conexión a un suministro de agua doméstico de lado frío. Un filtro que se acopla para transmisión de fluidos al adaptador filtra el agua de modo que no lo atraviesan partículas de más de 5 micrómetros. Al filtro se conecta un filtro adicional que contiene un material metálico y bioestático tal como KDF o uno de sus sustitutos que elimina cloro por medio de una reacción redox que cambia el cloro a cloruro y también un carbono activado mejorado especial. Para transmisión de fluidos conectados al agua [sic] desde el filtro adicional a través de una válvula hay un alojamiento o alojamientos cilíndricos que contienen una membrana o membranas de osmosis inversa. El agua desde la válvula fluye axialmente a través de la membrana y se divide en dos caminos internamente. Un camino es para drenar. Al otro flujo desde el conjunto membrana/alojamiento se le hace referencia como agua de producto. Esta agua sale del alojamiento a través de una válvula de retención. El flujo de producto después de la válvula de retención se conecta para transmisión de fluidos a la válvula de cierre y desde ahí se conecta para transmisión de fluidos a un filtro de cartucho de resina de cationes. El agua que entra al filtro se expone primero a una resina de cationes donde todos sólidos disueltos restantes con una valencia positiva se intercambian por iones de hidrógeno. El agua ácida resultante atraviesa entonces un volumen de resina de aniones especial. Esta resina eliminará aniones, neutralizando así los ácidos, excepto por la parte suave de dióxido de carbono del ácido carbónico que se desea que produzca una química resultante deseada del agua acabada para el usuario. Agua que sale del filtro de cartucho de resina de cationes se conecta para transmisión de fluidos a una versión duplicada de pulido del filtro de cartucho de resina de cationes. Incluso un filtro adicional se conecta para transmisión de fluidos a la versión duplicada de pulido del filtro de cartucho de resina de cationes y contiene una sal de magnesio. Como el agua del filtro de pulido es como el agua del filtro de cartucho de resina de cationes en que contiene ácido carbónico suave, los depósitos de cal se disuelven lentamente, impartiendo así bicarbonato de magnesio al agua. Una válvula para transmisión de fluidos conecta 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 totalmente cerrada, toda el agua pasará a través del filtro, maximizando así la concentración. Cuando la válvula está totalmente abierta, virtualmente todo el agua baipaseará el filtro debido a la caída de presión provocada por la necesidad de que agua pase a través de los medios, minimizando así la presencia de bicarbonato de magnesio.

Un problema de este conocido sistema es que no es muy eficaz para aumentar la concentración de bicarbonato de magnesio, en particular para ciertos tipos de agua de la red. Así, el agua puede tener un menor contenido mineral que el recomendado para ciertas aplicaciones.

45 Un objetivo de la invención es proporcionar un aparato y un método de los tipos relatados anteriormente en los párrafos de apertura que permitan que el contenido mineral del líquido tratado por filtración en membrana sea filtrado una magnitud deseada.

Esto objeto se logra según un primer aspecto mediante el aparato según la invención, que está definido en la reivindicación 1.

50 El dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido por intercambio iónico es eficaz para liberar hidrógeno en intercambio por los cationes de minerales de carbonato en el líquido a tratar, aumentando así la cantidad de dióxido de carbono libre en el líquido. El aparato forma un sistema esencialmente cerrado, de modo que el dióxido de carbono no se desgasifica, sino que permanece en el líquido. El dispositivo de filtración de membrana filtrará sales del líquido. La membrana o membranas en el dispositivo de filtración de membrana, sin embargo, son permeables a dióxido de carbono. El dispositivo de tratamiento de líquido sería menos eficaz si se situara aguas abajo del dispositivo de filtración de membrana o en un conducto de recirculación del dispositivo de filtración de membrana, porque el dispositivo de filtración de membrana ya habría retirado la mayor parte de los iones contra los que se podría intercambiar el hidrógeno. Así, la posición aguas arriba permite una concentración más alta de dióxido de carbono

libre. Esto a su vez permite una concentración más alta del mineral o minerales que contribuyen a la dureza de carbonatos en el líquido tratado en el dispositivo de tratamiento de líquido para disolver al menos un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos en agua. Como efecto secundario, se contrarresta más eficazmente la formación de depósitos de cal de las membranas en el dispositivo de filtración de membrana. Añadir CO₂ libre usando un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido por intercambio iónico que incluye un material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno es más eficiente que añadir CO₂ como gas, p. ej. desde una botella. Esto es porque la concentración de CO₂ libre se tiene que establecer en valores en el intervalo de mg l⁻¹, es decir, concentraciones relativamente bajas, relativamente con precisión. El gas embotellado únicamente se puede usar para establecer concentraciones en el intervalo de g·l⁻¹. Prácticamente, por lo tanto, añadir CO₂ desde una botella significaría tener que desgasificar el líquido en una magnitud controlada, lo que llevaría a un aparato más complicado.

El aparato según la invención se puede usar para acondicionar agua potable, p. ej. agua potable de la red. Puede ser usado para tratar agua potable de la red para hacerla menos corrosiva en áreas donde el agua potable de la red es agua de dunas procesada, porque dicha agua potable tiene un alto nivel de sal (principalmente cloruro de sodio). Si el dispositivo de filtración de membrana es eficaz para retirar la sal, que lleva a agua potable con bajo contenido mineral, se tiene que disolver una cantidad relativamente grande de minerales a fin de proporcionar agua potable con propiedades aceptables. Entonces es importante convertir en CO₂ libre la máxima cantidad posible de iones de carbonatos originalmente presentes en el agua, en lugar de ser filtrados por el dispositivo de filtración de membrana.

En una realización, el al menos un dispositivo de tratamiento de líquido por medio del que se conectan las entradas incluye resina de intercambio catiónico débilmente ácida de la que al menos una parte está en forma de hidrógeno.

La resina de intercambio catiónico débilmente ácida no reduce el pH tanto como la resina de intercambio catiónico fuertemente ácida. Esto ayuda a prolongar la vida útil de la membrana o membranas. Además, la resina de intercambio catiónico débilmente ácida no intercambia hidrógeno por cationes de todas sales sino generalmente únicamente por cationes de sales de carbonato y bicarbonato. Así, parar una capacidad de tratamiento dada de la resina se genera más CO₂ libre. Más CO₂ libre significa que en el líquido producido por el aparato se puede lograr una concentración más alta de minerales que contribuyen a la dureza de carbonatos en agua. Más CO₂ libre en el líquido a tratar por el dispositivo de filtración de membrana también significa que se contrarresta más eficazmente la formación de depósitos de cal de la membrana o membranas del dispositivo de filtración de membrana. Además, la capacidad volumétrica de intercambio iónico es generalmente más alta que la de resinas de intercambio catiónico fuertemente ácidas. También, si la resina tiene grupos funcionales carboxilo, entonces la selectividad hacia calcio y magnesio es relativamente alta.

En una realización, el al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido por intercambio iónico incluye al menos un cartucho sustituible de tratamiento de líquido que aloja el material de intercambio catiónico.

Esta realización hace posible usar material de intercambio catiónico que no se regenera o acondiciona fácilmente en un punto de uso. Este será el caso generalmente, porque al menos una parte del material de intercambio catiónico está en forma de hidrógeno. Este material se regenerará usualmente usando ácido clorhídrico. El cartucho sustituible de tratamiento de líquido se puede conectar en comunicación de líquidos con una pieza de cabezal que tiene una entrada en comunicación de líquidos con la entrada de aparato y una salida en comunicación de líquidos con una entrada del dispositivo de filtración de membrana. La conexión a conductos que establecen la comunicación de líquidos puede ser generalmente permanente, que p. ej. requiere herramientas para deshacerla. Por otro lado, una interfaz mecánica facilita el trabado y la liberación del cartucho de tratamiento de líquido a la pieza de cabezal, p. ej. sin el uso de herramientas.

En una realización, al menos una de la al menos una entrada del aparato se conecta a una entrada del dispositivo de filtración de membrana por medio de un camino de flujo que baipasea al menos una sección del dispositivo de tratamiento de líquido que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno.

Esta realización puede ayudar a impedir que se disuelva demasiado del mineral. Se forma una menor cantidad de CO₂ libre por unidad de volumen de líquido que fluye a través del dispositivo de filtración de membrana. El líquido que pasa a través de la sección que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno se mezcla en una ubicación de mezcla con líquido que ha baipaseado esa sección. Esta ubicación de mezcla puede estar aguas arriba del dispositivo de filtración de membrana de modo que únicamente se requiere una conexión al dispositivo de filtración de membrana. En una variante en la que la sección que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno está contenido en un cartucho sustituible de tratamiento de líquido para conexión a una pieza de cabezal, la ubicación de mezcla se puede ubicar dentro del cartucho de tratamiento de líquido. El líquido que baipasea la sección que contiene el material de intercambio catiónico puede ser tratado por otros medios distintos a intercambio iónico. Puede ser tratado por sorción para retirar p. ej. metales pesados, contaminantes orgánicos o contaminación microbiana, por ejemplo. También puede ser tratado en una sección que contiene material de intercambio catiónico del que una parte más pequeña o esencialmente nada está en forma de hidrógeno. Si una parte más pequeña está en forma de hidrógeno, el intercambio de cationes para hidrógeno es menos completo que en la sección principal, de modo que se genera menos CO₂ libre y el proceso de mezcla todavía da como resultado un nivel global más bajo de CO₂ libre en el líquido que atraviesa el dispositivo de

filtración de membrana.

Una variante de esta realización incluye al menos un dispositivo, p. ej. un divisor de flujo de ratio variable, para ajustar una ratio de caudal volumétrico entre líquido que fluye a través de la sección del dispositivo de tratamiento de líquido que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno y líquido que fluye a lo largo del camino de flujo que baipasea la sección.

Esta variante permite la regulación o el control de la dureza de carbonatos de un líquido acuoso acondicionado producido por el aparato de tratamiento de líquido. Así, este parámetro se puede variar según requisitos o ser mantenido constante a pesar de variaciones en la composición del líquido suministrado a la entrada del aparato. Cabe señalar que el dispositivo para ajustar una ratio de caudal volumétrico puede funcionar a mano, p. ej. con la ayuda de una tabla que relaciona ajustes del dispositivo con un valor objetivo de una medida de la concentración de componentes que contribuyen a la dureza de carbonatos.

Una variante particular de esta realización incluye un dispositivo de control para proporcionar una señal al dispositivo para ajustar la ratio de caudal volumétrico en dependencia de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo de una medida de una concentración de componentes en líquido que incluye al menos 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 valor objetivo o un intervalo objetivo o desde el punto de vista de información que permite al dispositivo de control derivar un valor objetivo o intervalo objetivo. Este es convertido luego en un nivel requerido de CO_2 libre, que el dispositivo de control provoca que sea generado. 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 puede ser la conductancia eléctrica específica medida por un sensor selectivo de iones.

En una variante de la realización en la que al menos una de la al menos una entrada del aparato se conecta a una entrada del dispositivo de filtración de membrana por medio de un camino de flujo que baipasea al menos una sección del dispositivo de tratamiento de líquido que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno, el camino de flujo que baipasea la sección atraviesa una sección adicional de tratamiento de líquido, p. ej. una sección de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido por sorción.

Esta variante ayuda a proteger la membrana o membranas del dispositivo de filtración. Se pueden retirar componentes que tienen un efecto adverso en la esperanza de vida de la membrana o membranas.

En una variante de este documento, en el que el al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido por intercambio iónico incluye al menos un cartucho sustituible de tratamiento de líquido que aloja el material de intercambio catiónico, la sección adicional de tratamiento de líquido está contenida en el cartucho sustituible de tratamiento de líquido.

La sección de tratamiento adicional puede así tener una capacidad de tratamiento finita que se agota durante el uso. Cuando se agota, la sección de tratamiento adicional es sustituida. La capacidad de la sección que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno y que de la sección de tratamiento adicional se pueden hacer coincidir al menos aproximadamente. Al combinar ambas secciones de tratamiento en un cartucho, únicamente es necesario proporcionar una pieza de cabezal y set de conductos de conexión.

En una realización del aparato en el que el al menos un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido por intercambio iónico incluye al menos un cartucho sustituible de tratamiento de líquido que aloja el material de intercambio catiónico y al menos una de la al menos una entrada del aparato se conecta a una entrada del dispositivo de filtración de membrana por medio de un camino de flujo que baipasea al menos una sección del dispositivo de tratamiento de líquido que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno, el cartucho de tratamiento de líquido incluye una ubicación de mezcla donde el camino de flujo que baipasea la sección que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno se une a un camino de flujo que se extiende a través de la sección que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno.

Esto evita la necesidad de acopladores extra. La pieza de cabezal puede ser relativamente simple y configurarse para conexión a un único cartucho sustituible de tratamiento de líquido.

Una realización del aparato en el que al menos una de la al menos una entrada del aparato se conecta a una entrada del dispositivo de filtración de membrana por medio de un camino de flujo que baipasea al menos una sección del dispositivo de tratamiento de líquido que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno incluye un divisor de flujo, p. ej. ubicado en una pieza de cabezal para recibir al menos una sección de un cartucho sustituible de tratamiento de líquido, para dividir un flujo de líquido de al menos una de la al menos una entrada en un subflujo que pasa a través de la sección que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno y un subflujo que pasa a lo largo del camino de flujo que baipasea la sección que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de

hidrógeno.

5 El divisor de flujo puede ser un divisor de flujo de ratio variable para partir un flujo de líquido entrante en dos subflujos en una ratio determinada por ajustes variables del divisor de flujo, siendo cada subflujo suministrado a través de una entrada separada del cartucho sustituible de tratamiento de líquido cuando se conecta a la pieza de cabezal. Una mezcla de líquidos se devuelve a la pieza de cabezal, desde donde es conducida al dispositivo de filtración de membrana. El divisor de flujo permite que el aparato tenga únicamente una entrada. El flujo de líquido a través de la entrada se parte en dos subflujos dentro del aparato, p. ej. dentro de la pieza de cabezal.

En una realización del aparato, el dispositivo de filtración de membrana se dispone para funcionar en modo de flujo cruzado.

10 Así no se requiere reexposición. En cambio, el dispositivo de filtración de membrana tiene una entrada, una salida para producto filtrado y una salida para producto retenido, también denominado concentrado en caso de dispositivos de filtración de osmosis inversa. Los componentes rechazados del líquido son retirados con el producto retenido. El CO₂ atraviesa la membrana o membranas con el producto filtrado, mientras que los componentes iónicos son esencialmente retenidos.

15 Una variante de esta realización incluye al menos un dispositivo para ajustar una ratio de recuperación del dispositivo de filtración de membrana, p. ej. una resistencia de flujo variable a través de la que se dispone el aparato para conducir líquido originado desde una salida de producto retenido del dispositivo de filtración de membrana.

20 Esta variante permite ajustar la concentración de sólidos totales disueltos (TDS) del producto filtrado y así del líquido acondicionado suministrado por el aparato de tratamiento de líquido. En particular se puede ajustar en dependencia de la concentración de componentes que contribuyen a la dureza de carbonatos disueltos en el dispositivo de tratamiento de líquido aguas abajo del dispositivo de filtración. Si esto es alto, se pueden reducir los TDS del producto filtrado de modo que los TDS del líquido acondicionado todavía estén por debajo de un máximo especificado por el líquido acondicionado. El al menos un dispositivo para ajustar la ratio de recuperación incluye al menos un dispositivo para ajustar un diferencial de presión transmembrana. El al menos un dispositivo para ajustar la ratio de recuperación puede incluir una bomba, p. ej. ubicada entre el dispositivo para el tratamiento de líquido por intercambio iónico y la entrada del dispositivo de filtración de membrana. El al menos un dispositivo para ajustar la ratio de recuperación puede incluir una resistencia de flujo variable, p. ej. dispuesta aguas abajo de una salida de producto retenido del dispositivo de filtración de membrana. El al menos un dispositivo para ajustar la ratio de recuperación puede incluir un dispositivo reductor de presión variable dispuesto aguas arriba de la entrada del dispositivo de filtración de membrana, p. ej. entre el dispositivo para el tratamiento de líquido por intercambio iónico y la entrada del dispositivo de filtración de membrana.

35 Una variante de esta realización incluye un dispositivo de control para proporcionar una señal a al menos uno del al menos un dispositivo para ajustar la ratio de recuperación en dependencia de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo de una medida representativa de una concentración de componentes en líquido, p. ej. una concentración total de minerales.

40 Al dispositivo de control se le puede proporcionar el valor objetivo o intervalo objetivo a través de una interfaz, p. ej. una interfaz de comunicaciones para recibir una señal de un aparato o una interfaz humano-máquina para recibir aportes de un usuario. Al dispositivo de control se le puede proporcionar como alternativa información de la que se puede inferir el valor objetivo o intervalo objetivo, p. ej. información que especifica el uso en el que se va a poner el líquido acondicionado.

En una realización, el aparato incluye al menos un dispositivo para ajustar un diferencial de presión transmembrana en el dispositivo de filtración de membrana.

45 Esto también proporciona medios para variar la concentración de sólidos totales disueltos (TDS) del producto filtrado y así del líquido acondicionado suministrado por el aparato de tratamiento de líquido a ajustar. El dispositivo de ajuste puede ser una bomba o una resistencia de flujo variable.

En una variante de esta realización, el aparato incluye un dispositivo de control para proporcionar una señal a al menos un del al menos un dispositivo para ajustar un diferencial de presión transmembrana en el dispositivo de filtración de membrana en dependencia de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo de una medida de una concentración de componentes en líquido, p. ej. una concentración total de minerales.

50 En una realización del aparato, el dispositivo de filtración de membrana es uno de una nanofiltración y un dispositivo de filtración de osmosis inversa.

La membrana o membranas de esta realización pueden tener un tamaño de poro de como mucho 10 Å o ser tan densas como para ser eficazmente no porosas. El dispositivo de filtración de membrana de esta realización es eficaz para retirar minerales disueltos del líquido que pasa a través de él.

55 En una realización del aparato, la sección para procesar el producto filtrado incluye una sección que acomoda el al

menos un mineral a disolver, la sección para procesar el producto filtrado define un camino de flujo que baipasea la sección que acomoda el al menos un mineral a disolver, y la sección para procesar el producto filtrado incluye una ubicación de mezcla para mezclar líquido llevado a través de la sección que acomoda el al menos un mineral a disolver con líquido llevado a lo largo del camino de flujo que baipasea esa sección.

5 Independientemente de la cantidad disponible de CO₂ libre, un líquido acuoso en un sistema cerrado y en equilibrio con un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos tendrá un pH en una banda relativamente estrecha, siempre que el nivel de CO₂ esté dentro del intervalo correcto. Es decir, el pH variará relativamente poco con el nivel de CO₂ dentro de ese intervalo. Ciertamente, para un mineral tal como carbonato de magnesio, el pH siempre será aproximadamente 10. Esto corresponde a equilibrio entre HCO₃⁻ y CO₃²⁻. Para ciertas aplicaciones se requiere un pH
10 más bajo. Un ejemplo es agua potable para elaborar café. El líquido que baipasea la sección que acomoda el al menos un mineral a disolver contendrá CO₂ libre pero estará casi totalmente desmineralizado. Le mezcla permite establecer la dureza de carbonatos en un valor objetivo o dentro de un intervalo objetivo sujeto a restricciones por el pH. Esto es porque el pH no varía de la misma manera que la dureza de carbonatos con el nivel de CO₂. Así, al variar el nivel de CO₂ introducido al líquido y variar la fracción de mezcla, es alcanzable un intervalo más ancho de combinaciones de
15 valores de la dureza de carbonatos y el pH del líquido acondicionado. Los TDS del líquido se pueden ajustar ajustando el diferencial de presión transmembrana del dispositivo de filtración de membrana. Así es posible ajustar independientemente tres parámetros de un líquido acuoso.

En una realización, el dispositivo de tratamiento de líquido para disolver al menos un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos incluye al menos un cartucho sustituible de tratamiento de líquido que incluye al menos una
20 cámara que acomoda 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.

Una realización del aparato incluye un sistema de sensor para cuantificar una reducción de la dureza de carbonatos de un líquido acuoso entre al menos una entrada y la entrada del dispositivo de filtración de membrana.

La reducción de la dureza de carbonatos corresponde a un aumento de CO₂ libre. Así, el sistema de sensor proporciona la información a partir de la que se puede derivar 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 de 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 ratio de carbonato de magnesio a carbonato de calcio. También es posible determinar la reducción de la concentración de carbonato de calcio usando
25 los mismos métodos que están disponibles para determinar la reducción de dureza de carbonatos pero con uno o más sensores selectivos de iones.

En una variante de esta realización, el sistema de sensor incluye un sensor aguas abajo del dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido por intercambio iónico, al menos un dispositivo para variar una proporción de líquido tratado por el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno en una mezcla de líquido que incluye además líquido que ha baipaseado el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno y un dispositivo de procesamiento de señal, dispuesto para inferir la reducción a partir de una variación en la señal en respuesta a una variación en la proporción.
35

Un método para determinar la dureza de carbonatos de líquido acuoso sin tratar usando únicamente un sensor aguas abajo de un dispositivo de tratamiento de líquido para el tratamiento de líquido por intercambio iónico y dispuesto para proporcionar una señal representativa de una medida de componentes retirables por el dispositivo de tratamiento de líquido en la mezcla de líquido se describe en el documento WO 2014/006128 A1. El método para inferir la reducción a partir de una variación en la señal en respuesta a una variación en la proporción obvia la necesidad de un sensor aguas arriba del dispositivo de tratamiento de líquido. Así no es necesario calibrar dos sensores, ni uno de ellos se expone 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 así incluir un termómetro. Esto tiene en cuenta la dependencia de temperatura de los coeficientes de actividad de los iones en el líquido.
40

Una realización del aparato incluye un sensor para obtener una señal representativa de un parámetro al menos dependiente de una concentración total de los minerales disueltos en líquido, p. ej. ubicado aguas abajo del dispositivo de filtración de membrana.
45

Este puede ser un sensor como se ha descrito anteriormente para uso para determinar la reducción de la dureza de carbonatos, únicamente posicionado al menos aguas abajo del dispositivo de filtración de membrana. Si se conoce la concentración de CO₂ libre en el producto filtrado, entonces el sensor se puede colocar aguas arriba del dispositivo de tratamiento de líquido para disolver al menos un mineral.
50

Según otro aspecto, se proporciona un método para acondicionar un líquido acuoso según la reivindicación 12.
55

Con este método, se crea CO₂ libre y se pasa a través de la membrana tras lo cual se usa para aumentar la concentración de minerales disueltos que contribuyen a la dureza de carbonatos.

Una realización incluye reducir la dureza de carbonatos del líquido a través del tratamiento por intercambio iónico en una magnitud dependiente de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo de la dureza de carbonatos en el líquido acondicionado.

5 Reducir la dureza de carbonatos, más específicamente la concentración de carbonato de calcio, corresponde a aumentar el nivel de CO₂ libre, de modo que realmente corresponda a una dureza de carbonatos más alta en el líquido acondicionado. En cualquier caso el producto filtrado tiene una concentración de minerales reducida.

Una realización incluye mezclar el líquido sometido al tratamiento por intercambio iónico con líquido que se somete como mucho en menor magnitud al tratamiento por intercambio iónico.

10 Esta es una manera relativamente eficaz para ajustar la concentración de CO₂ libre en el líquido sometido a la filtración en membrana. Como el CO₂ libre pasa la membrana o membranas, también se ajusta su concentración en el producto filtrado. De ese modo, se determina la concentración de minerales disueltos subsiguiente a tratamiento del producto filtrado.

15 Una variante que incluye reducir la dureza de carbonatos del líquido a través del tratamiento por intercambio iónico en una magnitud dependiente de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo de la dureza de carbonatos en el líquido acondicionado y mezclar el líquido sometido al tratamiento por intercambio iónico con líquido que se somete como mucho en menor magnitud al tratamiento por intercambio iónico incluye determinar la magnitud de la reducción, dicha determinación incluye al menos variar una ratio de mezcla y medir una variación resultante en un parámetro del líquido mezclado dependiente de al menos una concentración de componentes retirables al someter el líquido al tratamiento por intercambio iónico.

20 Así, se usa un método como se describe, por ejemplo, en el documento WO 2014/006128 A1 para determinar la reducción de dureza de carbonatos y así el aumento en CO₂ libre. El método permite determinar la dureza de carbonatos del líquido sin tratar. Con conocimiento de la ratio de mezcla y la eficacia de la reducción de dureza de carbonatos por medio del tratamiento por intercambio iónico (que se puede asumir que es un 100 %), se puede cuantificar la reducción de la dureza de carbonatos.

25 En una realización, líquido tratado para aumentar la concentración de al menos un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos en agua se mezcla con producto filtrado no tratado así, en donde se establece una ratio de mezcla en dependencia de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo del pH del líquido acuoso acondicionado.

30 Esta realización tiene en cuenta el hecho de que, en un sistema cerrado en equilibrio que se disuelve un mineral de carbonato, el pH será relativamente alto y este valor será independiente de la cantidad de CO₂ libre añadido. Incluso si el mineral es un mineral de bicarbonato, el pH todavía puede ser demasiado alto. Para proporcionar al líquido acondicionado un pH más bajo, se mezcla con producto filtrado que esencialmente contiene únicamente CO₂ libre.

En una realización del método, el proceso de filtración en membrana es un proceso de filtración en membrana de flujo cruzado.

Así, no hay necesidad de reexposición.

35 Una variante de esta realización incluye ajustar una ratio de recuperación del proceso de filtración en membrana en dependencia de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo de una medida de una concentración de minerales en el líquido acondicionado.

Así, los TDS del líquido acondicionado se pueden ajustar, p. ej. en dependencia también de la concentración de componentes que contribuyen a la dureza de carbonatos.

40 Una realización del método con un efecto similar incluye ajustar un diferencial de presión transmembrana en el dispositivo de filtración de membrana en dependencia de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo de una medida de una concentración de minerales en el líquido acondicionado.

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

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

45 la figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato de tratamiento de líquido;

la figura 2 es un diagrama que muestra la distribución de especies de carbonato como fracción de carbonato total disuelto en relación al pH de solución; y

la figura 3 es un diagrama esquemático de un aparato alternativo de tratamiento de líquido.

50 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 aparatos (no se muestran). Un ejemplo de este tipo de aparato es una cafetera, p. ej. para un establecimiento de catering.

5 El aparato se configura para permitir al líquido acuoso satisfacer 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 agua potable en regiones costeras. Los requisitos son el pH, los TDS (sólidos totales disueltos) y la dureza de carbonatos (también se le hace referencia como alcalinidad o dureza temporal).

En la realización ilustrada, el aparato incluye una interfaz 3 para recibir información que es directamente representativa de los valores objetivo o permite que estos valores objetivo sean inferidos. Un ejemplo de lo último sería una especificación del tipo de aparato a que se conecta la salida 2 para suministrar el líquido tratado.

10 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.

15 El aparato incluye además un primer sensor de conductividad 5 y un segundo sensor de conductividad 6, que se disponen para proporcionar señales al dispositivo de control 4. Al menos el primero de los sensores de conductividad primero y segundo 5, 6 puede ser selectivo de iones, de modo que la señal corresponde a una medida de una concentración de un subconjunto de especies de iones en el líquido, p. ej. una medida de la concentración de únicamente carbonato de calcio. Generalmente, sin embargo, el método para hacer funcionar el aparato de tratamiento de líquido no requiere dichos sensores, que son más caros 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 de cerca a la concentración iónica. En otra realización, el dispositivo de control hace el ajuste sobre la base de una señal de un termómetro separado (no se muestra). El ajuste también puede ser descartado, dependiendo del grado de precisión deseado.

25 El aparato de tratamiento de líquido incluye un primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 que incluye una primera pieza de cabezal 8 y un primer cartucho sustituible de tratamiento de líquido 9. El primer cartucho 9 tiene al menos dos lumbreras de entrada y al menos una lumbrera de salida. El primer cartucho 9 es conectable a la primera pieza de cabezal 8 de manera que es sostenido a la primera pieza de cabezal 8 y se establece comunicación de líquidos sellada entre las entradas del primer cartucho 9 y respectivas salidas de la primera pieza de cabezal 8 y entre la salida o salidas del primer cartucho 9 y un correspondiente número de respectivas entradas de la primera pieza de cabezal 8. Esto es interrumpible al liberar el primer cartucho 9 de la primera pieza de cabezal 8. La conexión y la configuración de la primera pieza de cabezal 8 y el primer cartucho 9 pueden ser como se describe en el documento WO 2008/122496 A1, por ejemplo.

30 La primera pieza de cabezal 8 se conecta de manera esencialmente permanente a la entrada 1 por medio de un único conducto. La primera pieza de cabezal 8 incluye un primer divisor de flujo de ratio variable 10 para separar un flujo de líquido entrante para ser tratado en dos subflujos, cada uno proporcionado a una respectiva lumbrera de entrada separada del primer cartucho 9. Ajustes del primer divisor de flujo de ratio 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 se configura para relacionar la ratio de caudal volumétrico entre los subflujos con un valor de los ajustes bajo su control.

35 El primer cartucho 9 incluye un primer lecho 11 de medio de tratamiento de líquido que incluye resina de intercambio catiónico de la que al menos una parte es en forma de hidrógeno. Puede ser de manera esencialmente completa en forma de hidrógeno en el primer uso. Como alternativa, parte de la resina de intercambio iónico puede inicialmente ser cargada 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 lugares funcionales por unidad de volumen (capacidad volumétrica determinada p. ej. según DIN 54403 o ASTM D4266) tiene un ion de hidrógeno como su contraión. El medio de tratamiento de líquido puede incluir una mezcla de diferentes resinas o únicamente una resina de intercambio catiónico. La resina o resinas de intercambio catiónico pueden ser resina de intercambio catiónico débilmente ácida, p. ej. que tiene grupos carboxilo como sus grupos funcionales. El medio de tratamiento de líquido en el primer lecho 11 puede incluir otros materiales que las resinas de intercambio catiónico.

40 En uso, el hidrógeno es liberado como intercambio por iones de magnesio y calcio. El hidrógeno reacciona con iones de bicarbonato para formar H₂O y CO₂. El CO₂ no se gasifica, porque el aparato de tratamiento de líquido forma un sistema esencialmente cerrado. En cambio, está presente como CO₂ libre.

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

55 El primer subflujo creado por el primer divisor de flujo de ratio variable 10 es conducido a un extremo opuesto del primer cartucho 9 al extremo por el que se conecta a la primera pieza de cabezal 8 por un tubo de caída 14. Desde ahí atraviesa el primer lecho 11 al segundo lecho 12. El segundo subflujo es conducido directamente al segundo lecho

12, que baipasea el primer lecho 11. Los dos subflujos se mezclan en el segundo lecho 12, desde donde el líquido se devuelve a la primera pieza de cabezal 8. El primer sensor de conductividad 5 se ubica inmediatamente aguas abajo de la primera pieza de cabezal 8. Así mide una propiedad de la mezcla de líquido que comprende líquido tratado en el primer lecho 11 y líquido que ha baipaseado el primer lecho 11.

5 El dispositivo de control 4 establece la reducción de la dureza de carbonatos de la totalidad de líquido tratado en el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7. Con este fin, se realiza un método descrito a lo largo de las líneas del documento WO 2014/006128 A1, cuyos aspectos esenciales se repiten aquí.

10 El líquido sin tratar tendrá una conductancia eléctrica específica s_0 que es la suma de la conductancia eléctrica s_{CH} debida a iones de 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. Aquí se asumirá que el primer lecho 11 es completamente eficaz para retirar los iones de carbonato y bicarbonato de los componentes que contribuyen a la dureza de carbonatos. Estos son sustituidos por CO_2 , de modo que la conductancia del líquido tratado en el primer lecho 11 tiene el valor s_1 . Se asumirá que el líquido que baipasea el primer lecho 11 retiene su conductancia específica original s_0 . A la fracción de líquido que ha baipaseado el primer lecho 11 en la mezcla a la que se expone el primer sensor de conductividad 5 se le hace referencia aquí como fracción de mezcla 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 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 ser determinado por medio de un método como el presentado en el documento

15 WO 2014/006129 A1. La reducción ΔCH sigue entonces como $\Delta CH = (1-x)F \cdot s'(x)$. El valor de la derivada $s'(x)$ de la conductancia eléctrica con respecto a la fracción de mezcla x se aproxima variando la fracción de mezcla 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 así la cantidad de CO_2 libre generado usando la señal desde únicamente el primer sensor de

20 conductividad 5. No hay necesidad de proporcionar un sensor de conductividad adicional aguas arriba del primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 y sustraer la conductancia determinado por el primer sensor de conductividad 5 de la medida por este sensor adicional. Así, se evitan problemas de calibración debidos a diferentes tasas de deriva de sensor y problemas con formación de depósitos de cal en un sensor aguas arriba.

25 En una variante de este método, además del primer sensor de conductividad 5 se usa un sensor de conductividad selectivo de iones (no se muestra). Este sensor adicional permite determinar la concentración de únicamente iones de calcio o únicamente iones de magnesio, por ejemplo. Esto es útil, porque el nivel de CO_2 libre depende de si se reduce la concentración de $CaCO_3$ o $MgCO_3$. Así, conocer la ratio de la concentración de iones de calcio a iones de magnesio en el agua sin tratar permite determinar con más precisión el nivel de CO_2 libre a partir de la reducción ΔCH en la dureza de carbonatos.

30 Aunque la realización ilustrada asume que el dispositivo de control 4 puede relacionar ajustes del primer divisor de flujo de ratio variable 10 con un valor de la fracción de mezcla x , una realización alternativa puede incluir caudalímetros para determinar la ratio de caudal volumétrico entre los dos subflujos creados por el primer divisor de flujo de ratio variable 10.

35 El líquido tratado por el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 es conducido a una entrada 15 de un dispositivo de filtración de membrana 16 dispuesto para funcionar como dispositivo de filtración de flujo cruzado. Así tiene una salida 17 para producto retenido y una salida 18 para producto filtrado. El dispositivo de filtración de membrana 16 puede incluir uno o más módulos de membrana, p. ej. en forma de módulo de membrana enrollado en espiral, módulo de membrana de fibra hueca, módulo de membrana tubular y/o una membrana en forma de hoja montada sobre un bastidor. La membrana o membranas pueden tener un tamaño de poro de como mucho 10 Å, ciertamente ser no porosas, de modo que el dispositivo de filtración de membrana 16 es eficaz para retirar al menos algunos iones. Sin embargo, la membrana o membranas son permeables al CO_2 libre. La membrana o membranas pueden ser membranas compuestas, p. ej. con una subcapa porosa y una capa superior delgada y densa, por ejemplo no porosa. En una membrana de osmosis inversa, agua y pequeñas moléculas tales como CO_2 se difunden a través de vacantes en la estructura molecular del material de membrana, mientras que 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 grosor de ~ 120 μm hecha de poliéster, una membrana de ultrafiltración con un grosor de ~ 40 μm hecha de polisulfona o polietersulfona y una capa activa con un grosor de ~ 200 nm hecha de poliamida o acetato de celulosa.

40 El producto filtrado que sale a través de la salida de producto filtrado 18 tiene así un valor de TDS relativamente bajo, pero contiene CO_2 libre. La ratio de recuperación, la ratio de producto filtrado a líquido suministrado a la entrada 15 se puede variar ajustando una resistencia de flujo variable 19. Los ajustes de la resistencia de flujo variable 19 son ajustables bajo el control del dispositivo de control 4, que usa la señal del segundo sensor de conductividad 6 para esta finalidad.

45 En una realización, también o como alternativa es posible variar el diferencial de presión de transmembrana por medio de una bomba 20 o una resistencia de flujo variable (no se muestra) adicional o alternativa, ubicada aguas arriba de la entrada 15.

El producto filtrado pasa a un segundo dispositivo de tratamiento de líquido 21, que incluye una segunda pieza de cabezal 22 y un segundo cartucho sustituible de tratamiento de líquido 23. El segundo cartucho 23 tiene al menos una lumbrera de entrada y al menos una lumbrera de salida. El segundo cartucho 23 es conectable a la segunda pieza de cabezal 22 de manera que es sostenido en la segunda pieza de cabezal 22 y se establece comunicación de líquidos sellada entre la lumbrera o lumbreras de entrada del segundo cartucho 23 y respectivas lumbreras de salida de la segunda pieza de cabezal 22 y entre la lumbrera de salida o lumbreras de salida del segundo cartucho 23 y un correspondiente número de respectivas lumbreras de entrada de la segunda pieza de cabezal 22. Esto es interrumpible al liberar el segundo cartucho 23 de la segunda pieza de cabezal 22. La conexión y la configuración de la segunda pieza de cabezal 22 y el segundo cartucho 23 pueden ser como se describe en el documento WO 2008/122496 A1, por ejemplo.

La segunda pieza de cabezal 22 incluye un segundo divisor de flujo de ratio variable 24 para separar un flujo de líquido en al menos dos subflujos. Al menos uno de los subflujos es llevado al segundo cartucho sustituible de tratamiento de líquido 23 a través de una lumbrera de salida de la segunda pieza de cabezal 22 y una lumbrera de entrada del segundo cartucho sustituible de tratamiento de líquido 23. Es conducido a un extremo opuesto del segundo cartucho sustituible de tratamiento de líquido 23 al extremo conectado a la segunda pieza de cabezal 22. Desde ahí, atraviesa un lecho 25 de minerales, que se disuelven en el líquido. El líquido atraviesa un dispositivo retenedor permeable a líquido 26 a una lumbrera de salida del segundo cartucho sustituible de tratamiento de líquido 23 en comunicación de líquidos con una lumbrera de entrada de la segunda pieza de cabezal 22, y desde ahí a una ubicación de mezcla 27 en la segunda pieza de cabezal 22. El líquido que forma el subflujo o subflujos pasados a través del lecho de minerales 25 se mezcla con el otro subflujo o subflujos creados por el segundo divisor de flujo de ratio variable 24 en la ubicación de mezcla. El otro subflujo o subflujos baipasean el segundo cartucho sustituible de tratamiento de líquido 23 y así se componen esencialmente de producto filtrado que lleva CO₂ libre.

En una realización alternativa, el baipás no es a través de la segunda pieza de cabezal 22 sino a través de una sección del segundo cartucho sustituible de tratamiento de líquido 23 separado del lecho 25 de los minerales, de modo que al menos un subflujo todavía baipasea el lecho 25 de minerales. En este tipo de realización, la ubicación de mezcla puede ser en el cartucho 23, de modo que la segunda pieza de cabezal 22 no necesita incluir un conducto de baipás. Esta realización permitiría el uso de una segunda pieza de cabezal 22 de idéntica construcción que la primera pieza de cabezal 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 calcio y magnesio (MgCa(CO₃)₂), hidróxido de magnesio e hidróxido de calcio. Pueden estar presentes en forma granular. En una realización alternativa, el segundo cartucho sustituible de tratamiento de líquido 23 se puede disponer para mezclar una pasta o solución de concentrado mineral 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 deja el segundo cartucho sustituible de tratamiento de líquido 23.

Si el mineral en el lecho 25 consiste esencialmente en carbonato de magnesio, entonces el pH del líquido que deja el segundo cartucho sustituible de tratamiento de líquido 23 es siempre aproximadamente el mismo, como se muestra en la figura 2, siempre que el nivel de CO₂ libre sea del orden de mg·l⁻¹. El diagrama es válido para un sistema cerrado en el que no se añade o retira CO₂. El pH estará entonces en el valor indicado por la línea discontinua, es decir, un poco sobre 10, debido a la presencia de grandes cantidades de minerales de carbonato sin disolver. Esta realización es simple de hacer funcionar.

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 el que el control de la dureza de carbonatos y pH del líquido acondicionado proporcionado en la salida 2 es el más simple. El pH generalmente no mostrará la misma dependencia del nivel de CO₂ libre.

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

El dispositivo de control 4 se dispone para controlar los divisores de flujo de ratio variable primero y segundo 10, 24 y la resistencia de flujo variable 19 de manera que el líquido acondicionado satisface varios requisitos. Como ejemplo, el aparato puede ser usado para tratar agua potable relativamente salina para producir agua potable acondicionada para elaborar café. P. ej. organismos comerciales tales como Deutscher Kaffeeverband recomiendan que dicha 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.

5 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 objetivo de la dureza de carbonatos en la salida 2 con ajustes de al menos los divisores de flujo de ratio variable primero y segundo 10,24. La dureza de carbonatos del líquido en la entrada 1 es necesaria a fin de poder establecer un nivel particular de CO₂ libre. Los ajustes almacenados aseguran que también se satisfacen las restricciones sobre el valor del pH del líquido acondicionado a suministrar en la salida 2.

10 Tales datos almacenados pueden ser obtenidos en un proceso iterativo de la siguiente manera. Primero, se determina la concentración aproximada de CO₂ libre necesaria para llegar al extremo superior del intervalo recomendado de dureza de carbonatos. Entonces se determinan los ajustes apropiados del segundo divisor de flujo de ratio 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 es demasiado bajo, en una iteración adicional se determina un nuevo valor del CO₂ libre. Una vez se han determinado valores para satisfacer ambos requisitos, se ajustan los divisores de flujo de ratio variable 10, 24 a ajustes apropiados, tras lo cual se ajusta al menos una de la resistencia de flujo variable 19 y la bomba 20 para satisfacer los requisitos de TDS.

15 Este ajuste no afecta apreciablemente a la dureza de carbonatos, dado que en cualquier caso ya ha sido reducido por el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 y las membranas en el dispositivo de filtración de membrana 16 permitirán predominantemente los iones monovalentes, a diferencia de los divalentes.

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

20 En lugar de controlar la resistencia de flujo variable 19 o la bomba 20 en dependencia de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo para los TDS, una realización alternativa (la figura 3) incluye una línea de recirculación 28 para conducir una parte variable del líquido desde la salida de producto retenido 17' nuevamente a la entrada 15' del dispositivo de filtración de membrana 16. La línea de recirculación 28 incluye una válvula unidireccional vía 29 para asegurar que el líquido únicamente puede fluir desde la salida de producto retenido 17' a la entrada 15', y puede incluir una bomba (no se muestra). El dispositivo de control 4' determina la ratio de mezcla del líquido desde la salida de producto retenido 17' a líquido desde el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7' en dependencia de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo de una medida representativa de una concentración de componentes en líquido, p. ej. los TDS. La ratio de mezcla se establece controlando una resistencia de flujo variable 30.

30 En otros sentidos, el aparato de la figura 3 es como el de la figura 1, de modo que a piezas semejantes se les han dado numerales de referencia semejantes.

35 La invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente, que se pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. El primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 no tiene por qué ser el único dispositivo de tratamiento de líquido entre la entrada 1 y la entrada 15 del dispositivo de filtración de membrana 16. Por ejemplo, puede haber un filtro de sedimentos aguas arriba del primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 o un filtro separado de carbono activo entre el primer dispositivo de tratamiento de líquido 7 y el dispositivo de filtración de membrana 16.

40 Los divisores de flujo de ratio variable primero y segundo 10, 24 no necesitan ser acoplados a un dispositivo de control 4 para ajustar sus ajustes. En una realización alternativa, al menos uno los divisores de flujo de ratio variable primero y segundo 10, 24, p. ej. ambos, es ajustable a mano o por medio de una herramienta de mano. A un usuario se le puede proporcionar un dispositivo para medir la dureza de carbonatos de agua recibida en la entrada 1 y una tabla para relacionar este valor y un valor objetivo elegido de la dureza de carbonatos en el agua en la salida 2 con ajustes de los divisores de flujo de ratio variable 10, 24.

45 En lugar de determinar primero la concentración aproximada de libre CO₂ necesario para llegar al extremo superior de un intervalo recomendado de dureza de carbonatos y luego determinar ajustes del segundo divisor de flujo de ratio variable 24 para llegar a un pH por debajo del extremo superior del intervalo recomendado, también es posible empezar con una determinación de los ajustes del segundo divisor de flujo de ratio variable 24 y ajustar los ajustes del primer divisor de flujo de ratio variable 10 en una etapa subsiguiente.

Lista de numerales de referencia

1, 1'	-	entrada
2, 2'	-	salida
3, 3'	-	interfaz
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 pieza de cabezal
9, 9'	-	1 ^{er} cartucho sustituible de tratamiento de líquido
10, 10'	-	1 ^{er} divisor de flujo de ratio 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 retenedor permeable a líquido
14, 14'	-	tubo de caída
15, 15'	-	entrada
16, 16'	-	dispositivo de filtración de membrana
17, 17'	-	salida para producto retenido
18, 18'	-	salida para producto filtrado
19	-	resistencia de flujo variable
20	-	bomba (opcional)
21, 21'	-	2 ^o dispositivo de tratamiento de líquido
22, 22'	-	2 ^a pieza de cabezal
23, 23'	-	2 ^o cartucho sustituible de tratamiento de líquido
24, 24'	-	2 ^o divisor de flujo de ratio variable
25, 25'	-	lecho de mineral
26, 26'	-	2 ^o dispositivo retenedor permeable a líquido
27, 27'	-	ubicación de mezcla
28	-	línea de recirculación
29	-	válvula unidireccional
30	-	resistencia de flujo variable

REIVINDICACIONES

1. Aparato para acondicionar un líquido acuoso, que incluye:
 al menos una entrada (1; 1');
 al menos un dispositivo de tratamiento de líquido (7; 7') para el tratamiento de líquido por intercambio iónico que incluye un material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno y es eficaz para liberar hidrógeno en intercambio para los cationes de minerales de carbonato en el líquido a tratar para aumentar la cantidad de dióxido de carbono libre;
 un dispositivo de filtración de membrana (16; 16') para filtrar sales del líquido; y
 una sección dispuesta para procesar producto filtrado producido por el dispositivo de filtración de membrana (16; 16'),
 dicha sección incluye un dispositivo de tratamiento de líquido (21; 21') para disolver al menos un mineral que contribuye a dureza de carbonatos en agua a al menos algo del líquido que pasa a través de la sección,
 caracterizado por que
 al menos una de la al menos una entrada (1; 1') se conecta a una entrada (15; 15') del dispositivo de filtración de membrana (16; 16') por medio de al menos uno del al menos un dispositivo de tratamiento de líquido (7; 7') para el tratamiento de líquido por intercambio iónico,
 en que el aparato forma un sistema cerrado suficientemente para impedir desgasificar el dióxido de carbono, y
 en que la al menos una membrana en el dispositivo de filtración de membrana es permeable a dióxido de carbono.
2. Aparato según la reivindicación 1,
 en donde el al menos un dispositivo de tratamiento de líquido (7; 7') para el tratamiento de líquido por intercambio iónico incluye al menos un cartucho sustituible de tratamiento de líquido (9; 9') que aloja el material de intercambio catiónico.
3. Aparato según la reivindicación 1 o 2,
 en donde al menos una de la al menos una entrada (1; 1') del aparato se conecta a una entrada (15; 15') del dispositivo de filtración de membrana (16; 16') por medio de un camino de flujo que baipasea al menos una sección (11; 11') del dispositivo de tratamiento de líquido (7; 7') que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno.
4. Aparato según la reivindicación 3,
 que incluye al menos un dispositivo (10), p. ej. un divisor de flujo de ratio variable, para ajustar una ratio de caudal volumétrico entre líquido que fluye a través de la sección (11; 11') del dispositivo de tratamiento de líquido (7; 7') que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno y líquido que fluye a lo largo del camino de flujo que baipasea la sección (11; 11').
5. Aparato según la reivindicación 4,
 que incluye un dispositivo de control (4; 4') para proporcionar una señal al dispositivo (10; 10') para ajustar la ratio de caudal volumétrico en dependencia de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo de una medida de una concentración de componentes en líquido que incluye al menos componentes que contribuyen a la dureza de carbonatos.
6. Aparato según la reivindicación 3 y una cualquiera de las reivindicaciones 4-5,
 en donde el cartucho de tratamiento de líquido (9; 9') incluye una ubicación de mezcla (12) donde el camino de flujo que baipasea la sección (11; 11') que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno se une a un camino de flujo que se extiende a través de la sección (11; 11') que contiene el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno.
7. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 en donde el dispositivo de filtración de membrana (16; 16') se dispone para funcionar en modo de flujo cruzado.
8. Aparato según la reivindicación 7,
 que incluye al menos un dispositivo (19) para ajustar una ratio de recuperación del dispositivo de filtración de membrana (16), p. ej. una resistencia de flujo variable a través de la que se dispone el aparato para conducir líquido

originado desde una salida de producto retenido (17) del dispositivo de filtración de membrana (16).

9. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

en donde la sección para procesar el producto filtrado incluye una sección (25; 25') que acomoda el al menos un mineral a disolver,

5 en donde la sección para procesar el producto filtrado define un camino de flujo que baipasea la sección (25; 25') que acomoda el al menos un mineral a disolver, y

en donde la sección para procesar el producto filtrado incluye una ubicación de mezcla (27; 27') para mezclar líquido llevado a través de la sección (25; 25') que acomoda el al menos un mineral a disolver con líquido llevado a lo largo del camino de flujo que baipasea esa sección (25; 25'),

10 10. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

que incluye un sistema de sensor (4, 5, 10; 4', 5', 10') para cuantificar una reducción de la dureza de carbonatos de un líquido acuoso entre al menos una entrada (1; 1') y la entrada (15; 15') del dispositivo de filtración de membrana (16; 16').

11. Aparato según la reivindicación 10,

15 en donde el sistema de sensor (4, 5; 4', 5') incluye un sensor (5; 5') aguas abajo del dispositivo de tratamiento de líquido (7; 7') para el tratamiento de líquido por intercambio iónico, al menos un dispositivo (10; 10') para variar una proporción de líquido tratado por el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno en una mezcla de líquido que incluye además líquido que ha baipaseado el material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno y un dispositivo de procesamiento de señal (4; 4'), dispuesto para inferir la reducción a partir de una variación en la señal en respuesta a una variación en la proporción.

20 12. Método para acondicionar un líquido acuoso que contiene iones de carbonatos, que incluye:

al menos una etapa para someter el líquido a un tratamiento por intercambio iónico, en donde el líquido se pone en contacto con un material de intercambio catiónico del que al menos una parte está en forma de hidrógeno para crear dióxido de carbono libre;

25 someter el líquido a filtración en membrana para obtener producto filtrado, en donde se filtran sales del líquido; y tratar el producto filtrado,

en donde tratar el producto filtrado incluye aumentar la concentración de al menos un mineral que contribuye a la dureza de carbonatos en agua,

caracterizado por que

30 al menos una de la al menos una etapa para someter el líquido al tratamiento por intercambio iónico se realiza antes de someter el líquido a filtración en membrana, y en que

se pasa el dióxido de carbono libre a través de la membrana tras lo cual se usa para aumentar la concentración de minerales disueltos que contribuyen a la dureza de carbonatos.

13. Método según la reivindicación 12,

35 que incluye reducir la dureza de carbonatos del líquido a través del tratamiento por intercambio iónico en una magnitud dependiente de al menos uno de un valor objetivo y un intervalo objetivo de la dureza de carbonatos en el líquido acondicionado.

14. Método según la reivindicación 12 o 13,

40 que incluye mezclar el líquido sometido al tratamiento por intercambio iónico con líquido que como mucho se somete en poca magnitud al tratamiento por intercambio iónico.

15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 12-14,

que incluye el uso de un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11.

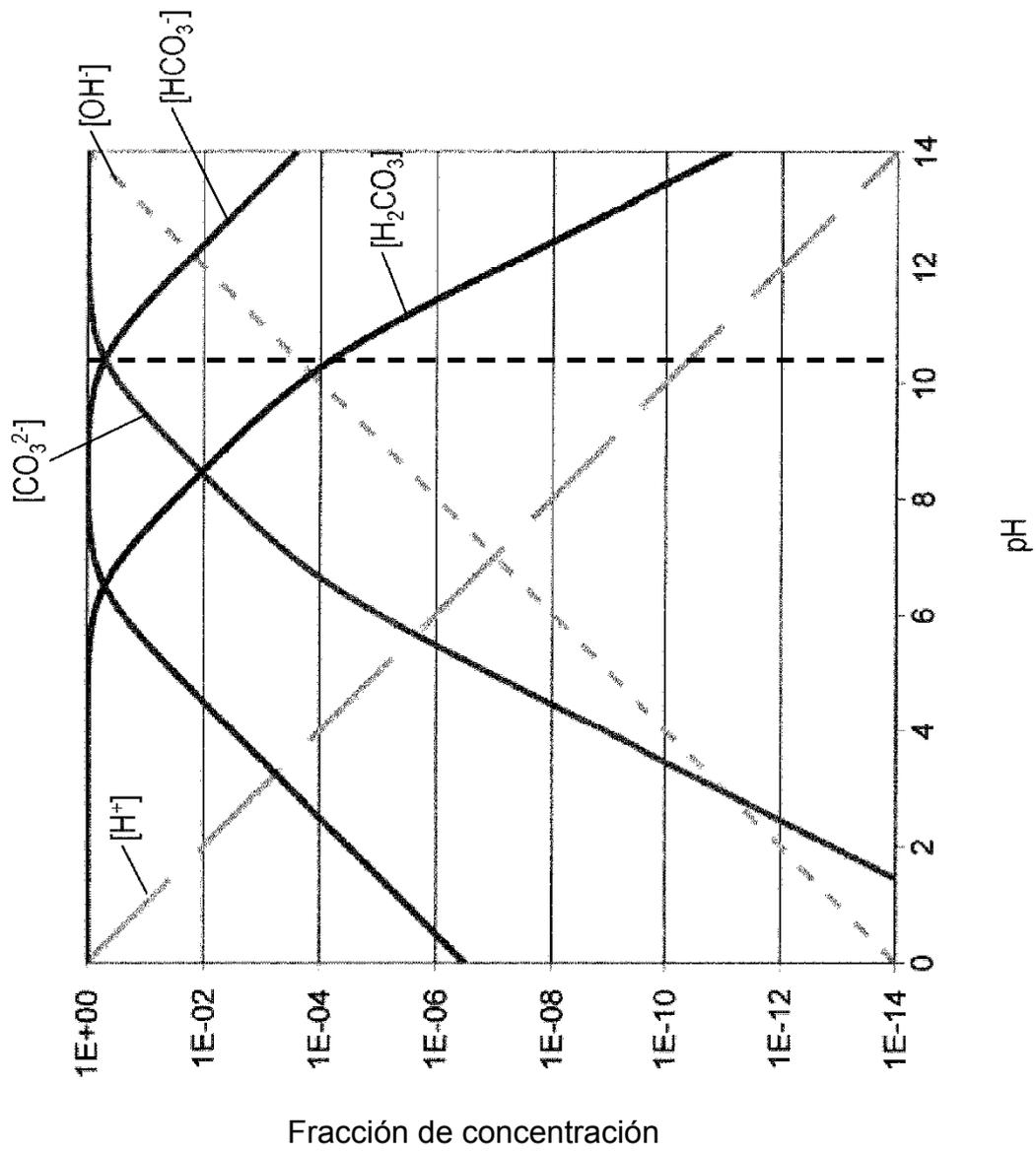


Fig. 2

