(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 553 725**

(51) Int. Cl.:

C02F 1/42 (2006.01)
B01J 49/00 (2006.01)
G05D 21/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2008** **E 08855967 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015** **EP 2231526**

(54) Título: **Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de desendurecimiento de agua con dos características de calibración e instalación de desendurecimiento de agua correspondiente**

(30) Prioridad:

06.12.2007 DE 102007059058

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.12.2015

(73) Titular/es:

JUDO WASSERAUFBEREITUNG GMBH (100.0%)
HOHREUSCHSTRASSE 39-41
71364 WINNENDEN, DE

(72) Inventor/es:

SÖCKNICK, RALF;
NEIDHARDT, KLAUS;
HAUG, ALEXANDER y
MELCHER, SIEGFRIED

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Nuria

ES 2 553 725 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de desendurecimiento de agua con dos características de calibración e instalación de desendurecimiento de agua correspondiente

Antecedentes de la invención

La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de desendurecimiento de agua con un dispositivo intercambiador iónico que comprende una resina de intercambiador iónico, un recipiente de alimentación para la facilitación de una solución de medio regenerador para regenerar la resina de intercambiador iónico, un dispositivo de mezcla, así como al menos un flujómetro, dividiéndose un caudal $V(t)_{natural}$ de agua natural que fluye hacia el dispositivo de desendurecimiento de agua aguas arriba o en la instalación de desendurecimiento de agua en una primera corriente parcial y una segunda corriente parcial, y la primera corriente parcial se conduce a través de la resina de intercambiador iónico y esta corriente parcial $V(t)_{parcial1blanda}$ desendurecida se adiciona mezclada con la segunda corriente parcial $V(t)_{parcial2natural}$ que conduce agua natural, por lo cual en o aguas abajo de la instalación de desendurecimiento de agua se forma un caudal $V(t)_{mezcla}$ de salida de agua de mezcla, pudiendo ajustarse a través del dispositivo de mezcla la relación de la primera y la segunda corriente parcial en el caudal $V(t)_{mezcla}$ de salida de agua de mezcla, presentando el procedimiento las siguientes etapas:

- Determinación de la conductibilidad del agua natural por medio de un sensor de conductibilidad y de ahí determinación de la dureza total del agua natural con una característica de calibración depositada en una unidad de control electrónica,
- Determinación directa o indirecta de la primera corriente parcial $V(t)_{parcial1blanda}$ con el al menos un flujómetro.

Un procedimiento de este tipo se conoce por el documento DE 199 40 162 A1.

Las instalaciones de desendurecimiento de agua se emplean en diferentes campos de aplicación cuando se necesita agua desendurecida o parcialmente desendurecida por razones técnicas o por razones de confort. En el desendurecimiento de acuerdo con el procedimiento de intercambiador iónico se intercambian los endurecedores contenidos en el agua iones de calcio y de magnesio por iones de sodio. Esto sucede por medio de una resina (resina de intercambiador iónico) cargada con iones de sodio. Durante el agotamiento la resina debe regenerarse con salmuera para poder facilitar de nuevo el proceso de desendurecimiento.

El momento cuando se alcanza el agotamiento de la resina de intercambiador iónico y debe realizarse una regeneración depende de la capacidad nominal de la instalación de desendurecimiento de agua, de la calidad de agua (es decir de la dureza del agua natural) y del consumo de agua. La problemática fundamental consiste en determinar de manera automática y segura el momento de regeneración adecuado independientemente de la calidad del agua. Si se introduce una regeneración demasiado temprano, entonces sube el consumo de sal y con ello la carga medioambiental, en el caso de un inicio de regeneración demasiado tardío tiene lugar una interrupción de la dureza.

Un procedimiento para la determinación del momento de regeneración de un dispositivo de desendurecimiento de agua se conoce, por ejemplo, por el documento DE 198 41 568 A1. En este caso se mide la conductancia eléctrica antes y después del desendurecedor y de ahí se averigua una diferencia de conductancia. Sin embargo lo desventajoso en este procedimiento es que, en el caso de un intercambio de calcio-sodio, la conductancia solamente varía ligeramente y por ello puede determinarse solamente de manera imprecisa condicionado por el momento de regeneración. Una regeneración también puede desencadenarse en este caso solamente cuando ya tenido lugar un desendurecimiento incompleto, es decir haya comenzado ya una interrupción de dureza.

En el documento US 6 814 872 B2 se describe un dispositivo y procedimiento para el control de la regeneración de un desendurecedor. Para ello la dureza de agua y el volumen del agua que va a desendurecerse se determina por medio de un sensor de conductibilidad o bien un electrodo selectivo de iones y de un contador de agua, y las señales se alimentan a un control electrónico. El momento de la regeneración se determina mediante la comparación de una dureza total extraída al agua hasta el momento con una capacidad del desendurecedor de agua. Los electrodos selectivos de iones sin embargo son muy propensos a fallos y requieren un mantenimiento regular. Además estos electrodos son caros.

Por razones técnicas o económicas a menudo es necesario o deseable emplear únicamente agua desendurecida parcialmente. Así el agua desendurecida completamente puede llevar a problemas de corrosión cuando ya no es posible una formación de capa de protección en la instalación de canalización conectada aguas abajo. Además, en el caso de un desendurecimiento completo la capacidad del desendurecedor se agota rápidamente y debe regenerarse a tiempo. Esto está unido a un consumo elevado de sal y por tanto a altos costes. Para la realización de un desendurecimiento parcial es necesario un dispositivo (dispositivo de mezcla) para mezclar agua desendurecida (también denominada agua pura o agua de remojo) y agua natural. Por lo general es deseable ajustar y controlar la dureza del agua en el agua de mezcla, esto es la mezcla de agua desendurecida y agua natural.

El documento EP 0 900 765 B1 describe un dispositivo para el desendurecimiento de agua según el principio de intercambiador iónico con un dispositivo de mezcla. Un control de regeneración para el intercambiador iónico se basa en la vigilancia del grado de carga del intercambiador iónico, determinado por la conductibilidad del intercambiador iónico, considerándose la conductibilidad del agua natural o alternativamente la conductibilidad del agua pura como corrección. Sin embargo un control de mezcla evalúa una dureza de agua natural. La averiguación de la dureza de agua natural se realiza mediante la variación del grado de carga del intercambiador iónico en correlación con el caudal de agua natural. Se emplean flujómetros para el agua pura y agua natural así como varios sensores de conductancia en el material de intercambiador iónico cuyas señales se procesan por una unidad de evaluación y regulación electrónica. Este dispositivo conocido sin embargo es bastante complicado en cuanto a la construcción, y por tanto caro debido al gran número de electrodos necesarios. Además el ajuste de la dureza del agua de mezcla con este dispositivo es bastante impreciso.

El documento DE 197 49 636 A1 describe un lavavajillas controlado por ordenador con un desendurecedor en el que se genera agua de enjuagar con un grado de dureza de entre 1ºdH y 3ºdH mediante mezcla de agua a partir de agua de remojo desendurecida y agua natural no desendurecida. Para ajustar correctamente la relación de mezcla se evalúa la dureza de agua natural que puede averiguarse mediante sensores de grado de dureza en el lavavajillas. En función de la cantidad de agua de remojo consumida se averigua un momento de regeneración para el desendurecedor.

El documento DE 199 40 162 A1 describe un lavavajillas controlado por programa de ordenador con un endurecedor en el que se genera agua de enjuagar con diferentes grados de dureza en función de un programa de lavavajillas mediante mezcla de agua de agua de remojo desendurecida y agua natural no desendurecida. Para ajustar correctamente la relación de mezcla se evalúa la dureza de agua natural que puede averiguarse por medio de sensores de conductibilidad en el lavavajillas. En función de la cantidad de agua de remojo consumida se averigua un momento de regeneración para el desendurecedor.

Objetivo de la invención

Es objetivo de la invención la presentación de un procedimiento del tipo mencionado al principio con el que tanto el momento de la regeneración de la resina de intercambiador iónico como el ajuste de la dureza del agua de mezcla es posible con una alta precisión y de manera económica.

Breve descripción de la invención

Este objetivo se resuelve mediante un procedimiento del tipo mencionado al principio que se caracteriza por que una dureza total I del agua natural, que se emplea para el control automático del proceso de regeneración de la resina del intercambiador iónico, se deriva de la conductibilidad medida por medio de una primera característica de calibración, y una dureza total II del agua natural que se emplea para el control automático del dispositivo de mezcla por medio de una segunda característica de calibración a partir de la conductibilidad medida, siendo la segunda característica de calibración distinta de la primera característica de calibración y la dureza total I derivada de la primera característica de calibración es, al menos por secciones, mayor que la dureza total II derivada de la segunda característica de calibración.

Para el control correcto de regeneración y mezcla debe averiguarse la dureza de agua del agua natural de afluencia. La conductancia eléctrica o bien la conductibilidad son, sin embargo, solamente bajo determinadas condiciones proporcional a la dureza de agua, es decir al contenido de calcio y de magnesio del agua. Más bien la conductancia es un parámetro de suma que registra todos los iones diluidos en agua. La dureza de agua presente realmente en una conductibilidad determinada puede oscilar varios ºdH. Si la dureza de agua determinada por la conductancia es mayor que la dureza de agua real entonces la regeneración comienza demasiado temprano, lo que está unido a un consumo de sal elevado, mientras que una dureza de agua calculada que es menor que la dureza de agua real lleva a una regeneración introducida demasiado tarde y con ello a una interrupción de la dureza. Para evitar una interrupción de dureza en el estado de la técnica, para el control del proceso de regeneración se toma de base por lo general una dureza de agua que es mayor que la dureza de agua realmente existente. Si este valor se emplea asimismo para el control de la mezcla entonces esto lleva a mayores desviaciones estándar con respecto a la dureza de agua de mezcla deseada y realmente presente.

En el caso del procedimiento de acuerdo con la invención la dureza de agua a la que se recurre para el control del proceso de regeneración se determina por medio de una primera característica de calibración a partir de la conductibilidad medida, averiguada empíricamente a partir de una pluralidad de análisis de agua. La primera característica de calibración (curva de calibración) está definida de manera que la dureza de agua determinada por ella corresponde al menos en una buena aproximación a la dureza de agua <u>máxima</u> que existe con esta conductibilidad. Con ello se evita que un proceso de regeneración se inicie demasiado tarde, de manera que se evite de manera fiable una interrupción de dureza. Además el consumo de sal de regeneración será solo ligeramente más alto que cuando se considera la dureza de agua realmente presente (y solamente puede determinarse exactamente con esfuerzo).

Si esta primera característica de calibración se empleara también para el control del dispositivo de mezcla (o bien de los porcentajes de agua natural y agua de remojo en el agua de mezcla), entonces en la mayoría de los casos la dureza de agua en el agua natural se sobrevaloraría y la dureza de agua real en el agua de mezcla sería en la mayoría de los casos más baja que en el ámbito del control. Dicho de otro modo, la desviación de la dureza de agua real en el agua de mezcla del valor deseado sería mucho mayor de lo que puede esperarse debido a la variación de las durezas de agua con la misma conductancia en diferentes composiciones de agua potable.

El procedimiento de acuerdo con la invención emplea por lo tanto una segunda característica de calibración (curva de calibración). La dureza de agua determinada a partir de la segunda curva de calibración resulta de un juego de datos de muchos análisis de agua como (al menos en una buena aproximación) valor medio de toda las durezas de agua que suceden con esta conductibilidad. Con esta segunda curva es posible obtener una coincidencia mayor entre la dureza determinada por la conductibilidad del agua natural y la dureza de agua real en el agua natural. Por tanto el ajuste, o bien control de la dureza de agua en el agua de mezcla se vuelve más preciso. La desviación estándar de la dureza de agua real de la dureza de agua ajustada como valor deseado del control de mezcla corresponde entonces fundamentalmente solamente a la variación que resulta de las posibles durezas de agua de diferentes tipos de agua con la misma conductancia eléctrica.

La invención prevé que la dureza total I derivada de la primera característica de calibración sea, al menos por secciones, mayor que la dureza total II derivada de la segunda característica de calibración. Con esta constelación de las características de calibración puede evitarse una subestimación de la dureza de agua natural con respecto a la regeneración de la resina de intercambiador iónico, y también una subestimación sistemática de la dureza para el control de mezcla. Dicho de otro modo, por un lado se garantiza una regeneración puntual, por otro lado la dureza deseada en el agua de mezcla puede obtenerse más fácilmente dentro de límites de tolerancia estrictos para cualquier agua natural. El uso de dos durezas totales I y II distintas considera las diferentes tolerancias predeterminadas en el control de la regeneración y de la mezcla. En el caso de la mezcla está permitida una desviación de valor nominal hacia arriba y hacia abajo, mientras que en la determinación de la solución de regeneración solamente se permite un inicio demasiado temprano, pero no un inicio demasiado tardío.

Mediante el uso de las dos curvas de calibración está garantizada una mezcla mucho más exacta en comparación con el estado de la técnica, evitándose al mismo tiempo de manera fiable interrupciones de dureza. Dentro del alcance de la invención es especialmente posible cumplir con límites de tolerancia predeterminados de la dureza en el agua de mezcla. El uso de electrodos selectivos de iones caros no es necesario, el procedimiento de acuerdo con la invención necesita solamente conductancias sumarias convencionales.

Especialmente por medio de la invención los límites de tolerancia fijados en la normativa E DIN 19636-100, 2006-07 pueden cumplirse sin problemas y de manera económica. En la citada normativa se dice: “la suma de los iones de tierra alcalina en el agua de mezcla en cada valor ajustado no puede desviarse de este más de + 0,4 mol/m^3 y -0,2 mol/m^3. En el uso solamente de la primera curva de calibración un cumplimiento de la normativa no sería posible en la mayoría de los casos (en función de la libertad de oscilación de la composición de agua natural).

La determinación de la primera corriente parcial $V(t)_{parcial1blanda}$ puede realizarse directamente (por medio de un flujómetro en esta corriente parcial) o indirectamente (por medio de flujómetros en otros caudales, a partir de cuyos resultados de medición resulta la primera corriente parcial). Dentro del alcance de la presente invención se determina al menos la primera corriente parcial (para la determinación del momento de regeneración), y preferentemente también la segunda corriente parcial (para un control más exacto de la composición del agua de mezcla). Se tiene en cuenta que para la determinación de las dos corrientes parciales $V(t)_{parcial1blanda}$ y $V(t)_{parcial2natural}$ es suficiente determinar directamente una de las dos corrientes parciales (lo que puede realizarse en la primera corriente parcial $V(t)_{parcial1blanda}$ tanto antes como después del desendurecimiento) y adicionalmente determinar o bien la corriente de agua natural $V(t)_{natural}$ de afluencia (de entrada) o la corriente de agua de mezcla $V(t)_{mezcla}$ que sale (de salida), siendo válido en el funcionamiento normal de la instalación de desendurecimiento de agua:

$$\mathbf{V(t)_{natural} = V(t)_{mezcla} = V(t)_{parcial1blanda} + V(t)_{parcial2natural}}$$

La corriente parcial determinada no directamente puede calcularse mediante la substracción (determinación indirecta de la corriente parcial). La letra t significa tiempo.

La presente invención puede emplearse especialmente para desendurecer agua potable, especialmente en sistema de suministro de agua doméstica. Una instalación de desendurecimiento de agua con funcionamiento de acuerdo con la invención puede conectarse sin grandes gastos de instalación a un sistema de suministro de agua doméstica y funcionar inmediatamente. La instalación de desendurecimiento de agua se ajusta automáticamente a la composición de agua local mediante la medición de conductibilidad, alcanzándose mediante las dos características de calibración buenos cálculos de dureza tanto para el control automático de la regeneración como para el control automático del dispositivo de mezcla. No son necesarios otros ajustes manuales (por ejemplo para la calibración).

Variantes preferidas de la invención

Se prefiriere una variante de procedimiento en la que la primera característica de calibración emplea un factor de conversión de 28 a 35 µS/cm por ºdH, especialmente de 30 a 33 µS/cm por ºdH. Con estos valores, para muchas variaciones de composición de agua potable locales se realiza una conversión segura para la regeneración, y al mismo tiempo que ahorra sal, de la conductancia a la dureza de agua. La evaluación de los análisis de aproximadamente 300 aguas potables diferentes ha dado como resultado que en el uso de un factor de conversión de 28 a 35 µS/cm por ºdH, especialmente de 30 a 33 µS/cm por ºdH la dureza de agua calculada representa un valor límite superior del espectro en durezas de agua que aparecen realmente con esta conductibilidad. Por tanto, por un lado se garantiza en cualquier caso un inicio puntual del proceso de regeneración, por otro lado no se regenera demasiado temprano, de manera que la capacidad de intercambio (mínima) predeterminada en la normativa DIN EN 14743 de 4 mol (400 g $CaCO_3$) por kilo de sal de regeneración empleada se supera sin esfuerzo.

También se prefiere una variante de procedimiento en la que la segunda característica de calibración emplea un factor de conversión de 35 a 44 µS/cm por ºdH, especialmente de 38 a 41 µS/cm por ºdH. Con estos valores se realiza para muchas variaciones de composición de agua locales una conversión bastante exacta de la conductancia a la dureza de agua para el control de mezcla. Tal como muestra la evaluación de los aproximadamente 300 análisis de agua potable distintos con este segundo factor de conversión las durezas de agua calculadas se sitúan en el intervalo medio del espectro de durezas de agua que aparecen realmente en esta conductibilidad. Si para el control de la mezcla de agua natural y agua desendurecida se parte de una dureza de agua natural calculada de esta manera entonces la dureza de agua de mezcla real se sitúa sin esfuerzo dentro de los límites de tolerancia fijados en la normativa E DIN 19636-100, 2006-07.

En una variante de procedimiento especialmente preferida está previsto que la unidad de control electrónica ocasione el desencadenamiento del proceso de regenerador mediante la dureza total I del agua natural derivada de la primera característica de calibración, la cantidad de agua natural fluida a través de la resina de intercambiador iónico (es decir de la cantidad de agua de remojo de la corriente parcial $V(t)_{parcial1blanda}$ integral) y de una capacidad de la resina de intercambiador iónico almacenada en la unidad de control. Mediante la comparación del número de endurecedores intercambiados averiguada por la dureza y cantidad de agua natural con la capacidad específica de la instalación se garantiza que se introduzca puntual y automáticamente una regeneración de la resina agotada.

Una variante de procedimiento preferida prevé que el control del dispositivo de mezcla solamente se realice mediante la dureza total II del agua natura derivada de la segunda característica de calibración y la dureza de agua de mezcla predeterminada. En esta variante se deducen los porcentajes de las dos corrientes parciales de agua de mezcla en el funcionamiento normal de la instalación de desendurecimiento de agua, solamente mediante el ajuste del dispositivo de mezcla (los porcentajes de las corrientes parciales que resultan en los diferentes ajustes del dispositivo de mezcla deben para ello determinarse previamente y depositarse en la unidad de control electrónica), un acoplamiento retroactivo del ajuste del dispositivo de mezcla mediante una determinación de las dos corrientes parciales no se realiza en el funcionamiento normal. Esto simplifica el control de la mezcla considerablemente. En el caso de relaciones de presión constantes de conducto de admisión y de desviación de la instalación de desendurecimiento de agua la mezcla para la mayoría de aplicaciones es suficientemente precisa. Esta variante de control puede también emplearse a modo de transición al comienzo de la puesta en marcha de la instalación de desendurecimiento de agua mientras no se proporcionen valores de medición para las dos corrientes parciales para un acoplamiento retroactivo.

Una variante de procedimiento especialmente preferida, alternativa, prevé que la instalación de desendurecimiento de agua presente al menos dos flujómetros que realicen una determinación directa o indirecta de la primera corriente parcial $V(t)_{parcial1blanda}$ y de la segunda corriente parcial $V(t)_{parcial2natural}$ con los al menos dos flujómetros, y que el control del dispositivo de mezcla se realice mediante la dureza total II del agua natural derivada de la segunda característica de calibración y una dureza de agua de mezcla predeterminada en acoplamiento retroactivo con las corrientes parciales $V(t)_{parcial1blanda}$ y $V(t)_{parcial2natural}$ determinadas. En esta variante se controlan (miden/determinan) constantemente las corrientes parciales en el funcionamiento normal de la instalación de desendurecimiento de agua y el ajuste del dispositivo de mezcla se sigue automáticamente en el ámbito de un circuito de regulación, de manera que los porcentajes de las corrientes parciales en el agua de mezcla en el funcionamiento normal corresponden en todo momento a la especificación que resulta de la dureza de agua natural medida (según la dureza total II) y de la dureza de agua de mezcla predeterminada. Por ello pueden compensarse oscilaciones de los porcentajes de la corrientes parciales en el agua de mezcla que se producen posiblemente con ajuste idéntico del dispositivo de mezcla debido a oscilaciones de condiciones externas (por ejemplo la presión o el agua natural de afluencia o la magnitud del flujo de extracción de agua de mezcla), y la dureza de agua de mezcla permanece especialmente exacta en el valor nominal durante el funcionamiento normal. En el caso de dureza de agua natural conocida mediante el control de los caudales de agua desendurecida y agua natural mezclada puede ajustarse cualquier dureza de agua de mezcla entre 0ºdH o de la dureza del agua natural. El agua natural puede mezclarse por ejemplo mediante un conducto de derivación al agua desendurecida. Para el ajuste exacto de la dureza de agua de mezcla la dureza de agua natural debe ser conocida exactamente. La dureza de agua natural real se desvía solamente muy poco de la dureza total II del agua natural determinada por la segunda característica de calibración, de manera que la dureza de agua de mezcla apenas se desvía del valor ajustado.

En una variante de procedimiento preferida la conductibilidad de la solución de medio regenerador se determina por medio de un sensor de conductibilidad adicional. Esto puede realizarse, por ejemplo, en la admisión para la solución de medio regenerador hacia el lecho de resina durante el proceso de regeneración. Por ello puede comprobarse si la concentración de sal en la solución de medio generador es suficiente para una regeneración. En el caso de una concentración de sal demasiado reducida, por ejemplo en el caso de falta de sal o una disolución incompleta de la sal en el agua salina solamente tiene lugar una regeneración incompleta de la resina. Mediante la comprobación de la concentración de agua salina por medio de la medición de conductibilidad se evita una regeneración incompleta y unida a ello una interrupción de dureza subsiguiente. Una concentración de sal demasiado reducida se indica preferentemente por medio de un emisor de señales óptico o acústico.

Dentro del alcance de la presente invención entra también una instalación de desendurecimiento de agua con un dispositivo de intercambiador iónico que comprende una resina de intercambiador iónico, un recipiente de alimentación para la facilitación de una solución de medio regenerador para la regeneración de la resina de intercambiador iónico así como un dispositivo de mezcla para mezclar agua natural y agua desendurecida, un sensor de conductibilidad para medir la conductibilidad del agua natural, al menos un, preferentemente dos flujómetros así como una unidad de control electrónica para el control automático de un proceso de regenerador y para el control automático del dispositivo de mezcla, que está caracterizada por que la unidad de control electrónica comprende una memoria con varias características de calibración almacenadas, pudiendo determinarse por medio de una primera característica de calibración una primera dureza total I del agua natural que se emplea para el control automático del proceso de regenerador de la resina de intercambiador iónico, y por medio de una segunda característica de calibración una segunda dureza II del agua natural que se emplea para el control automático del dispositivo de mezcla, a partir de la conductibilidad del agua natural, en la que la primera característica de calibración es diferente de la segunda característica de calibración, y la dureza total I derivada de la primera característica de calibración es mayor, al menos por secciones, que la dureza total II derivada de la segunda característica de calibración. El almacenamiento de varias características de calibración considera que la conductibilidad representa un parámetro de suma que registra todos los iones disueltos en agua, mientras que la dureza de agua solamente depende de la suma de iones de calcio y de magnesio. Así oscila la conductibilidad presente en una dureza de agua determinada, según qué iones, aparte de iones de calcio y de magnesio, están contenidos todavía en el agua. En el caso de un porcentaje alto de iones univalentes como sodio o potasio se produce por ejemplo una conductibilidad correspondientemente alta aunque la dureza total, es decir, el contenido de iones de calcio y magnesio puede ser reducido. Por otro lado un agua pobre en sodio con un alto porcentaje de iones de calcio y de magnesio puede presentar una dureza de agua grande a pesar de la conductibilidad relativamente reducida. Esto significa que la dureza de agua presente con una conductibilidad determinada está situada dentro de un intervalo determinado. Las dos curvas de calibración consideran este intervalo. Por ello es posible un control correcto de regeneración y mezcla. La instalación de desendurecimiento de agua de acuerdo con la invención es especialmente adecuada para un procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la invención mencionado anteriormente.

Una forma de realización preferida de la instalación de desendurecimiento de agua de acuerdo con la invención prevé que el sensor de conductibilidad, al menos un flujómetro y/o el dispositivo de mezcla estén dispuestos en una pieza intermedia de empalme para adosar el dispositivo de desendurecimiento de agua en una canalización de una red de agua. La pieza intermedia de empalme contiene canales para toda el agua natural que afluye y el agua de mezcla (parcialmente) desendurecida que sale y puede conectarse a una pieza de empalme cualquiera ya presente. No es necesario un empalme separado. Por ello el montaje ahorra espacio, es sencillo y económico.

Otra forma de realización preferida prevé que estén dispuestos el sensor de conductibilidad, al menos un flujómetro y/o el dispositivo de mezcla en una cabeza de control de la instalación de desendurecimiento de agua. Esta forma de realización posibilita un modo de construcción especialmente compacto y económico.

Se prefiere también una forma de realización en la que esté previsto un conducto de derivación en el que el dispositivo de mezcla y un flujómetro estén dispuestos para la segunda corriente parcial $V(t)_{parcial2natural}$ del agua natural empleada para la mezcla. Estos conductos de derivación posibilitan un modo de construcción sencillo de la instalación de desendurecimiento. Además es posible dosificar mediante el conducto de derivación materiales como medios de protección frente a la corrosión para la preparación de agua adicional. El conducto de derivación discurre paralelo a la barra de conductos que contiene el dispositivo intercambiador iónico.

Especialmente preferida es una forma de realización que prevé que el dispositivo de mezcla comprenda una válvula de mezcla, especialmente una válvula de derivación y un servomotor que se acciona por la unidad de control electrónica. Con el servomotor puede accionarse automáticamente bien la válvula de mezcla. Con un dispositivo de mezcla que contiene una válvula de derivación es posible de manera sencilla obtener mediante una apertura o bien cierre parcial de la válvula de derivación cada relación de mezcla entre agua natural y agua desendurecida.

En otra forma de realización preferida un sensor de conductibilidad adicional está dispuesto de tal manera que entra en contacto con la solución de medio regenerador. Este puede estar por ejemplo en la afluencia para la solución de medio regenerador hacia el lecho de resina o en mismo depósito de agua marina. En el caso de una concentración de sal demasiado reducida, por ejemplo mediante falta de sal o en el caso de tiempos de disolución insuficientes la

resina de intercambiador iónico no puede regenerarse completamente, de manera que se produce una interrupción de dureza prematura. Esto se evita mediante el control de la concentración de agua marina por medio del sensor de conductibilidad. Preferiblemente está previsto además un emisor de señales, acústico u óptico, que avisa de una concentración demasiado baja de la solución de medio regenerador.

Ventajas adicionales de la invención resultan de la descripción y del dibujo. También las características anteriormente mencionadas y las que van a exponerse más adelante pueden encontrar uso en cada caso individualmente para sí o agrupadas en diferentes combinaciones. Las formas de realización mostradas y descritas no han de entenderse como enumeración concluyente, sino que más bien tienen carácter ejemplar para la descripción de la invención.

Descripción detallada de la invención y dibujo

La invención está representada en el dibujo y se explica con más detalle mediante ejemplos de realización. Muestran:

la figura 1 una representación en diagrama de la dureza total determinada titrimétricamente en función de la conductibilidad medida en diferentes aguas potables;

la figura 2 la estructura esquemática de una primera forma de realización de una instalación de desendurecimiento de agua de acuerdo con la invención;

la figura 3 la estructura esquemática de una segunda forma de realización de una instalación de desendurecimiento de agua de acuerdo con la invención.

La presente invención se ocupa de la problemática de determinar la dureza de agua para agua, especialmente agua potable o agua doméstica de manera que, por un lado, se realiza la regeneración de un intercambiador iónico, y por otro lado, el ajuste de la dureza de agua en un agua de mezcla (mezclada de agua natural y agua de remojo) en una instalación de desendurecimiento de agua con buena precisión. Una posibilidad sencilla de calcular la dureza de agua de agua natural es la medición de la conductibilidad eléctrica del agua natural.

Para la representación en la figura 1 se examinaron aproximadamente 300 aguas potables diferentes en la República Federal de Alemania, y se determinó su conductibilidad así como la dureza total. La medición de la conductibilidad se realizó por medio de conductómetros, mientras que la dureza total se determinó titrimétricamente.

La determinación de la dureza total por medio de una medición de conductibilidad, a diferencia del método de determinación titrimétrico puede realizarse de manera rápida y sencilla y por lo tanto está muy extendida para el control en instalaciones de desendurecimiento de agua. Sin embargo en la figura 1 puede distinguirse que las aguas, cuya conductibilidad por ejemplo se averiguó con 625 µ S/cm, presentan una dureza total entre aproximadamente 14ºdH y 20ºdH. En general de la conductibilidad eléctrica de un agua no puede deducirse un valor de dureza exacto sino solamente un intervalo en el que se situará realmente la dureza de agua. La variación de la dureza de agua en función de la conductibilidad puede averiguarse en este caso mediante toma de muestras. Dentro del alcance de la presente invención esta variación se determina previamente normalmente para una región de aplicación planeada de una instalación de desendurecimiento de agua, como la República Federal de Alemania.

Para evitar en una instalación de desendurecimiento de agua una interrupción de dureza debe empezarse a tiempo con el proceso de regeneración de la resina de intercambiador iónico agotada. La dureza total I determinada por la conductibilidad medida a la que se recurre para el control del proceso de regeneración no debe ser menor por lo tanto que la dureza total mayor determinada titrimétricamente con esta conductibilidad, es decir que aparece en la práctica. Solamente de esta manera está garantizado que la regeneración se inicie a tiempo en cualquier composición de agua. La determinación de la dureza total I a partir de la conductibilidad medida para el control de la regeneración se realiza por lo tanto por medio de una primera característica de calibración F1. Esta primera característica de calibración F1 reproduce (al menos en buena aproximación) la dureza total que aparece al máximo en función de la conductibilidad; F1 posee en este caso (en la figura 1) una subida de aproximadamente 31µS/cm ºdH y discurre como recta original.

Para evitar una interrupción de dureza, aunque pudiera emplearse también una característica de calibración con una subida aún menor que F1 sin embargo en este caso se derrocharía sal de regeneración. La normativa válida para desendurecedores DIN EN 14743 prevé que por cada kilogramo de la sal empleada durante una regeneración debe alcanzarse al menos una capacidad de intercambio de 4 mol (400g $CaCO_3$) y limita por tanto el consumo de sal. Por lo tanto dentro del alcance de la invención, para la determinación de la dureza total no se emplea preferentemente ninguna característica de calibración cuya subida sea notablemente menor que la de F1. Con ello se garantiza que los requisitos de la normativa DIN EN 14743 pueden cumplirse bien con respecto a la salinidad.

Por razones sanitarias, técnicas o económicas a menudo es necesario emplear agua solo parcialmente desendurecida. Para ello es necesario un dispositivo para mezclar agua desendurecida y agua natural. Por lo

general un usuario desea mantener un valor deseado determinado de dureza de agua con ciertas tolerancias en el agua de mezcla. Adicionalmente la normativa E DIN 19636-100, 2006-07 prevé tolerancias máximas, por ejemplo que la suma de los iones de tierra alcalina en el agua de mezcla con diferentes caudales y con un valor deseado de 8ºdH no debe desviarse de este más de +0,4 mol/m^3 y -0,2 mol/m^3. En el caso de un valor ajustado de 8ºdH el valor real debe situarse en el agua de mezcla entonces entre 6,9º dH y 10,2º dH.

Para poder cumplir con los límites de tolerancia lo más estrechos posibles de la dureza de agua de mezcla, y especialmente con la normativa anterior la invención prevé llevar a cabo la determinación de la dureza total II a partir de la conductibilidad medida del agua natural para el control del dispositivo de mezcla por medio de una segunda característica de calibración F2. La segunda característica de calibración F2 reproduce (al menos en buena aproximación) la dureza total que aparece promediada en función de la conductibilidad. La característica de calibración F2 posee en este caso (en la figura 1) una subida de aproximadamente 39 µS/cmº dH y discurre también como recta original.

Mediante esta segunda característica de calibración F2 se averigua por ejemplo, en el caso de una conductibilidad medida de 625 µS/cm, una dureza total II de 16ºdH. La figura 1 muestra que las aguas cuya conductibilidad se averiguó con 625 µS/cm presentan una dureza total entre 14ºdH y 20ºdH. El límite inferior se determina en este caso mediante la recta F3 con una subida de aproximadamente 46 µs/cm^3dH, mientras que la característica de calibración F1 reproduce la dureza total I máxima en función de la conductibilidad. Para alcanzar una dureza de agua de mezcla predeterminada de, por ejemplo, 8ºdH el agua natural debe mezclarse con agua desendurecida en la relación 1:1. La misma mezcla lleva, en el caso de una dureza de agua natural de 14ºdH, a una dureza de agua de mezcla de 7ºdH, por lo que una mezcla de este tipo de agua natural y agua desendurecida con una dureza de agua natural de 20ºdH da como resultado una dureza de agua de mezcla de 10ºdH. En el caso de una dureza de agua de mezcla ajustada de 8ºdH la dureza de agua de mezcla real asciende por tanto a de 7ºdH a 10ºdH. La especificación de la normativa EN DIN 19636-100, 2006-07 con respecto al dispositivo de mezcla se cumple por tanto en cualquier caso cuando para la determinación de la dureza total II a partir de la conductibilidad se recurre a la característica F2.

Si se recurriera a la dureza total I determinada con la característica de calibración F1 con 625 µS/cm de 20ºdH para el control de la mezcla, entonces se debería mezclar el agua natural con agua desendurecida en la relación de1:1,5 para obtener una dureza de agua de mezcla de 8ºdH. La misma relación de mezcla llevaría, en el caso de una dureza de agua natural de 14ºdH a un endurecimiento de agua de mezcla de 5,6º dH. Esto está situado fuera de los límites de tolerancia predeterminados. La característica de calibración F1 empleada para el control de la regeneración no es adecuada por tanto para el control del dispositivo de mezcla.

El uso de dos durezas totales I y II diferentes considera las diferentes tolerancias predeterminadas en el control de la regeneración y de la mezcla. En el caso de la mezcla está permitida una desviación de valor nominal hacia arriba y hacia abajo, mientras que en la determinación de la disolución de regeneración solamente está permitido un inicio demasiado temprano, pero no un inicio demasiado tardío.

Las durezas totales I y II son valores hipotéticos, propensos a errores por el porcentaje diferente en iones monovalentes como sodio y potasio en aguas diferentes. Con las dos características de calibración F1 y F2 se permiten o se utilizan diferentes tolerancias de errores.

Se considera que las características de calibración F1 y F2 en el ejemplo mostrado discurren como rectas, lo que facilita una descripción aritmética de las características de calibración. Fundamentalmente, de acuerdo con la invención, no pueden concebirse tampoco curvas de calibración lineales para la determinación de las durezas totales I y II que por ejemplo se aproximarían a polinomios.

La figura 2 muestra una estructura esquemática de una primera forma de realización de la instalación 1 de desendurecimiento de agua de acuerdo con la invención con una afluencia 2 para agua natural de afluencia y una salida 3 para agua desendurecida de salida o parcialmente desendurecida, una pieza 4 intermedia de empalme para adosar un dispositivo 6 de intercambio iónico llenado con resina 5 de intercambiador iónico a una canalización de una red de agua, así como un depósito 8 llenado con salmuera 7 (solución de medio regenerador) para la regeneración de resina 5 de intercambiador iónico agotada. La facilitación de agua parcialmente desendurecida mediante la mezcla de agua natural y agua desendurecida se realiza con ayuda de una válvula 9 de mezcla que se acciona mediante un motor 10 de ajuste. Un dispositivo 11 de control recibe señales de un sensor 12 de conductibilidad dispuesto en la zona de agua natural en la pieza 4 intermedia de conexión y de un contador 13 de agua (flujómetro) dispuesto también allí para todo el caudal $V(t)_{natural}$ de agua natural de entrada, así como de un contador 14 de agua que registra un caudal (primera corriente parcial) de agua $V(t)_{parcial1blanda}$ desendurecida. Los contadores 13, 14 de agua registran el caudal (existente en un tiempo t) momentáneo y suman con ayuda del dispositivo de control electrónico el volumen de agua. En el dispositivo 11 de control electrónico están depositadas las dos características F1 y F1 de calibración con las cuales se determina en cada caso un valor para la dureza total del agua natural.

La dureza total I calculada con la primera característica de calibración F1, así como la cantidad de agua medida con el contador 14 de agua, circulada a través el dispositivo 6 intercambiador iónico se emplean para el control de la

regeneración de la resina 5 de intercambiador iónico. Para ello al alcanzar el estado de agotamiento de la resina 5 de intercambiador iónico se acciona una válvula 15 con ayuda de un motor 16 de tal manera que la salmuera puede fluir hacia el dispositivo 6 intercambiador iónico y la resina 5 de intercambiador iónico se regenera (durante la regeneración debería estar prohibida la corriente de agua normal a través de la resina 5 de intercambiador iónico, en este momento la corriente de agua sin embargo puede conducirse mediante un depósito adicional con resina de intercambiador iónico, el denominado “funcionamiento pendular”. Dentro del alcance de la invención el dispositivo 6 de intercambiador iónico presenta de manera ventajosa dos depósitos llenados con resina 5 de intercambiador iónico para el citado funcionamiento pendular).

Para el control de la mezcla se calcula la dureza total II con la segunda característica de calibración F2 depositada en el control electrónico. La segunda corriente parcial $V(t)_{pacial2natural}$ momentánea de agua natural no desendurecida se alimenta a la corriente $V(t)_{mezcla}$ de agua de mezcla se calcula como diferencia de los caudales momentáneos $V(t)_{natural}$ y $V(t)_{pacial1blanda}$ en el dispositivo 11 de control. Los porcentajes de mezcla $V(t)_{pacial2natural}$ y $V(t)_{pacial1blanda}$ están predeterminados mediante la dureza de agua natural y la dureza de agua de mezcla y están depositados en el dispositivo 11 de control o bien se calculan por este. La válvula 9 de mezcla se acciona de acuerdo con la dureza deseada en el agua de mezcla mediante el servomotor 10. Para el control (especialmente acoplamiento retroactivo) sirven el contador 13 de agua en la zona de agua natural y el contador 14 de agua que registra la corriente parcial de agua desendurecida. En la sección 20 de conducto que conduce la primera corriente parcial $V(t)_{pacial1blanda}$ de agua de remojo puede estar prevista una válvula de retención (no dibujada) para impedir que entre agua natural en la salida del dispositivo 6 intercambiador iónico.

En la forma de realización de la invención de la figura 1 están dispuestos componentes individuales como el sensor 12 de conductibilidad y el contador 13 de agua en la pieza 4 intermedia de empalme. Una pieza 4 intermedia de empalme de este tipo puede conectarse a una pieza de empalme cualquiera ya existente. Una conexión separada no es necesaria. Por ello el montaje de la instalación 1 de acuerdo con la invención ahorra espacio, es sencillo y económico.

También es posible disponer los componentes individuales de la instalación 1 de desendurecimiento de agua de otro modo.

La figura 3 muestra una forma de realización adicional de una instalación 1 de desendurecimiento de agua de acuerdo con la invención. Solamente se explican las variaciones esenciales frente a la forma de realización anterior.

En la forma de realización de la figura 3 la válvula 9 de mezcla así como un contador 17 de agua (flujómetro) se encuentran en un conducto 18 de derivación hacia el dispositivo 6 intercambiador iónico. El contador 17 de agua registra directamente la cantidad parcial $V(t)_{pacial2natural}$ de agua natural que se mezcla con el agua $V(t)_{pacial1blanda}$ desendurecida. Las señales se transmiten al dispositivo 11 de control electrónico que acciona de acuerdo con la dureza de agua de mezcla predeterminada la válvula 9 de mezcla mediante el servomotor 10. El dispositivo 11 de control electrónico puede estar integrado en una cabeza 19 de control del dispositivo 6 intercambiador iónico o estar dispuesta externamente. Igualmente en esta forma de realización ejemplar el sensor 12 de conductibilidad para la medición de la conductibilidad del agua natural y el contador 14 de agua que mide la cantidad de agua desendurecida (es decir $V(t)_{parcial1blanda}$) se posicionan en la cabeza 19 de control (realizándose la medición de conductibilidad antes del desendurecimiento). En el dispositivo 11 de control electrónico están almacenadas a su vez dos características de calibración F1 y F1 diferentes para la determinación de la dureza total del agua natural a partir de la conductibilidad medida con ayuda del sensor 12 de conductibilidad.

Resumiendo, la invención propone en el caso de un dispositivo (1) de desendurecimiento de agua que divide una corriente de agua natural $V(t)_{natural}$ de afluencia en dos corrientes parciales $V(t)_{pacial1blanda}$, $V(t)_{pacial2natural}$, somete a una corriente parcial $V(t)_{pacial1blanda}$ a un desendurecimiento total, y después reúne a las dos corrientes parciales en una corriente de agua de mezcla $V(t)_{mezcla}$ para la averiguación de la dureza de agua desde la conductibilidad eléctrica del agua natural prever dos conversiones diferentes de la conductibilidad eléctrica medida a la dureza de agua natural. La conversión con una primera curva de calibración (F1) es conservadora y reproduce las durezas de agua que aparecen como máximo en diferentes conductibilidades, se emplea para el control automático de la regeneración de una resina (5) de intercambiador iónico con una capacidad conocida de la resina de intercambiador iónico. La conversión con una segunda curva de calibración (F2) se acerca a la realidad y reproduce las durezas de agua medias (es decir con los errores estadísticos más pequeños) con diferentes conductibilidades, se emplea para el control del dispositivo de mezcla (es decir de los porcentajes de las dos corrientes parciales en el agua de mezcla). Con la invención pueden considerarse las variaciones averiguadas experimentalmente en la composición de agua (y por tanto las diferentes relaciones de conductibilidad y dureza de agua) para determinar de manera óptima el momento de regeneración y minimizar tolerancias de la dureza de mezcla frente a un valor nominal.

Lista de números de referencia

1 instalación de desendurecimiento de agua
2 afluencia para agua natural
3 salida para agua de mezcla (parcialmente) desendurecida

4	pieza intermedia de empalme
5	resina de intercambiador iónico
6	dispositivo intercambiador iónico
7	salmuera (solución de medio regenerador)
8	depósito de sal marina (recipiente de alimentación)
9	válvula de mezcla
10	servomotor
11	dispositivo de control electrónico
12	sensor de conductibilidad
13	contador de agua de agua natural (toda el agua natural de afluencia)
14	contador de agua de agua desendurecida (primera corriente parcial)
15	válvula
16	servomotor
17	contador de agua de agua natural (segunda corriente parcial)
18	conducto de derivación
19	cabeza de control
20	sección de conducto

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de una instalación (1) de desendurecimiento de agua con un dispositivo (6) intercambiador iónico que comprende una resina (5) de intercambiador iónico, un recipiente (8) de alimentación para la facilitación de una solución (7) de medio regenerador para regenerar la resina (5) de intercambiador iónico, un dispositivo de mezcla, así como al menos un flujómetro (13, 14, 17), en el que un caudal $V(t)_{natural}$ de agua natural que fluye hacia el dispositivo (1) de desendurecimiento de agua aguas arriba o en la instalación (1) de desendurecimiento de agua se divide en una primera corriente parcial y una segunda corriente parcial, y la primera corriente parcial se conduce a través de la resina (5) de intercambiador iónico, y esta corriente parcial $V(t)_{parcial1blanda}$ desendurecida se mezcla con la segunda corriente parcial $V(t)_{parcial2natural}$ que conduce agua natural, por lo cual en o aguas abajo de la instalación (1) de desendurecimiento de agua se forma un caudal $V(t)_{mezcla}$ de salida de agua de mezcla, pudiendo ajustarse a través del dispositivo de mezcla la relación de la primera y de la segunda corriente parcial en el caudal $V(t)_{mezcla}$ de salida de agua de mezcla, presentando el procedimiento las siguientes etapas:

- Determinación de la conductibilidad del agua natural por medio de un sensor (12) de conductibilidad y de ahí determinación de la dureza total del agua natural con una característica de calibración depositada en una unidad (11) de control electrónica,
- Determinación directa o indirecta de la primera corriente parcial $V(t)_{parcial1blanda}$ con el al menos un flujómetro (13, 14, 17),

caracterizado por que una dureza total I del agua natural que se emplea para el control automático del proceso regenerador de la resina (5) de intercambiador iónico se deriva de la conductibilidad medida por medio de una primera característica de calibración (F1), y una dureza total II del agua natural que se emplea para el control automático del dispositivo de mezcla se deriva de la conductibilidad medida por medio de una segunda característica de calibración (F2), en el que la segunda característica de calibración (F2) es diferente de la primera característica de calibración (F1), y la dureza total I derivada de la primera característica de calibración (F1) es mayor, al menos por secciones, que la dureza total II derivada de la segunda característica de calibración (F2).

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la primera característica de calibración (F1) emplea un factor de conversión de 28 a 35 µS/cm por ºdH, especialmente de 30 a 33 µS/cm por ºdH.

3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la segunda característica de calibración (F2) emplea un factor de conversión de 35 a 44 µS/cm por ºdH, especialmente de 38 a 41 µS/cm por ºdH.

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad (11) de control electrónica ocasiona el desencadenamiento del proceso de regenerador mediante la dureza total I del agua natural derivada de la primera característica de calibración (F1), de la cantidad de agua natural fluida a través de la resina (5) de intercambiador iónico y de una capacidad de la resina (5) de intercambiador iónico almacenada en la unidad (11) de control.

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el control del dispositivo de mezcla solamente se realiza mediante la dureza total II del agua natural derivada de la segunda característica de calibración (F2) y de la dureza de agua de mezcla predeterminada.

6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la instalación (1) de desendurecimiento de agua presenta al menos dos flujómetros (13, 14, 17), por que se realiza una determinación directa o indirecta de la primera corriente parcial $V(t)_{parcial1blanda}$ y de la segunda corriente parcial $V(t)_{parcial2natural}$ con los al menos dos flujómetros (13, 14, 17), y por que el control del dispositivo de mezcla mediante la dureza total II del agua natural derivada de la segunda característica de calibración (F2) y de una dureza de agua de mezcla predeterminada se realiza en acoplamiento retroactivo con las corrientes parciales $V(t)_{parcial1blanda}$ y $V(t)_{parcial2natural}$ determinadas.

7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la conductibilidad de la solución (7) de medio regenerador se determina por medio de un sensor de conductibilidad adicional.

8. Instalación (1) de desendurecimiento de agua con un dispositivo (6) de intercambiador iónico que comprende una resina (5) de intercambiador iónico, un recipiente (8) de alimentación para la facilitación de una solución (7) de medio regenerador para la regeneración de la resina (5) de intercambiador iónico, así como un dispositivo de mezcla para mezclar agua natural y agua desendurecida, un sensor (12) de conductibilidad para medir la conductibilidad del agua natural, al menos un, preferentemente dos flujómetros (13, 14, 17) así como una unidad (11) de control electrónica para el control automático de un proceso de regeneración y para el control automático del dispositivo de mezcla, caracterizada por que la unidad (11) de control electrónica comprende una memoria con varias características de calibración (F1, F2) almacenadas, en la que por medio de una primera característica de calibración (F1) puede determinarse una primera dureza total I del agua natural que se emplea para el control automático del proceso de regenerador de la resina (5) de intercambiador iónico, y por medio de una segunda característica de calibración (F2)

una segunda dureza total II del agua natural que se emplea para el control automático del dispositivo de mezcla, a partir de la conductibilidad del agua natural, en la que la primera característica de calibración (F1) es diferente de la segunda característica de calibración (F2), y la dureza total I derivada de la primera característica de calibración (F1) es mayor, al menos por secciones, que la dureza total II derivada de la segunda característica de calibración (F2).

9. Instalación (1) de desendurecimiento de agua de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizada por que el sensor (12) de conductibilidad, al menos un flujómetro (13, 14, 17) y/o el dispositivo de mezcla están dispuestos en una pieza (4) intermedia de empalme para adosar la instalación (1) de desendurecimiento de agua en una canalización de una red de agua.

10. Instalación (1) de desendurecimiento de agua de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, caracterizada por que el sensor (12) de conductibilidad, al menos un flujómetro (13, 14, 17) y/o el dispositivo de mezcla están dispuestos en una cabeza de control de la instalación (1) de desendurecimiento de agua.

11. Instalación (1) de desendurecimiento de agua de acuerdo una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizada por que está previsto un conducto (18) de derivación en el que están dispuestos el dispositivo de mezcla y un flujómetro (17) para la segunda corriente parcial $V(t)_{parcial2natural}$ del agua natural empleada para la mezcla.

12. Instalación (1) de desendurecimiento de agua de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizada por que el dispositivo de mezcla comprende una válvula (9) de mezcla, especialmente una válvula de derivación, y un servomotor (10) que se acciona por la unidad (11) de control electrónica.

13. Instalación (1) de desendurecimiento de agua de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizada por que está dispuesto un sensor de conductibilidad adicional de tal manera que entra en contacto con la solución (7) de medio regenerador.

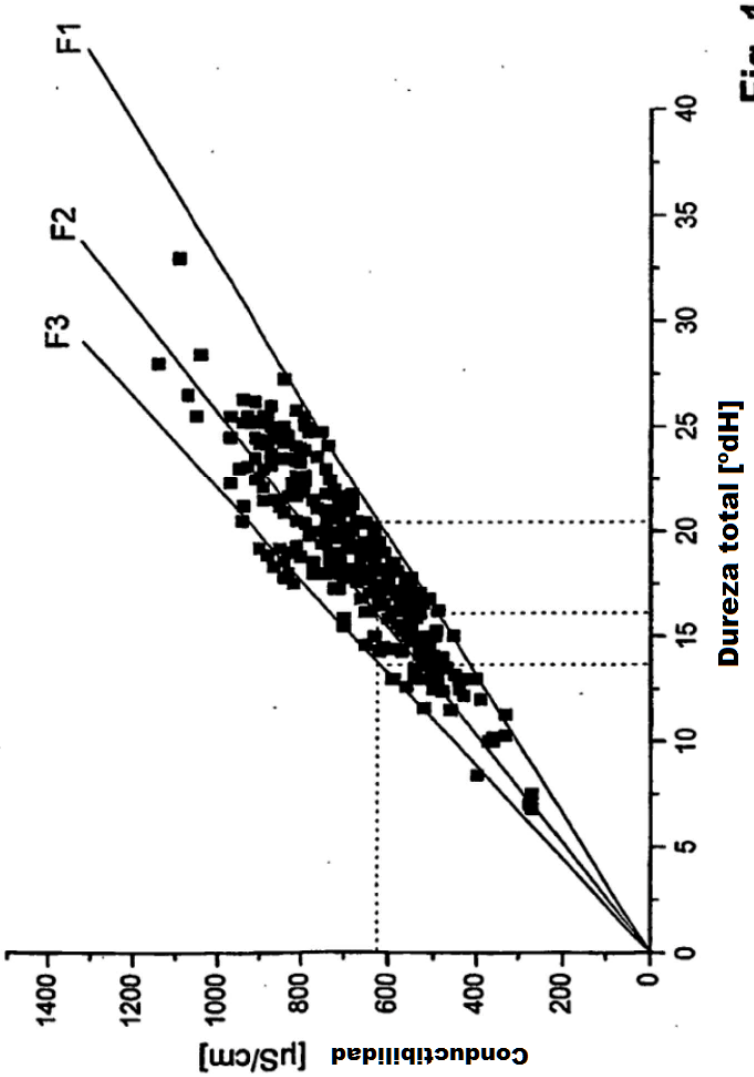
F1
F2
F3
Conductibilidad [µS/cm]
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
Dureza total [°dH]

Fig. 1

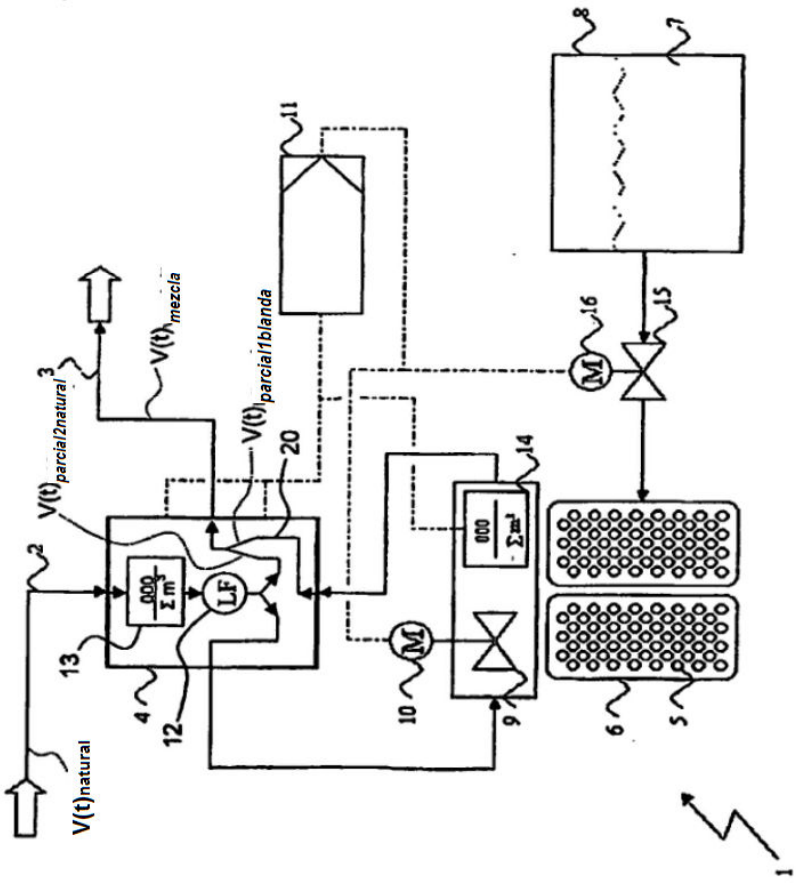
V(t)natural
2
13
4
12
V(t)parcial2natural
3
V(t)mezcla
V(t)parcial1blanda
20
LF
11
10
M
9
14
16
M
15
8
7
6
5
1

Fig. 2

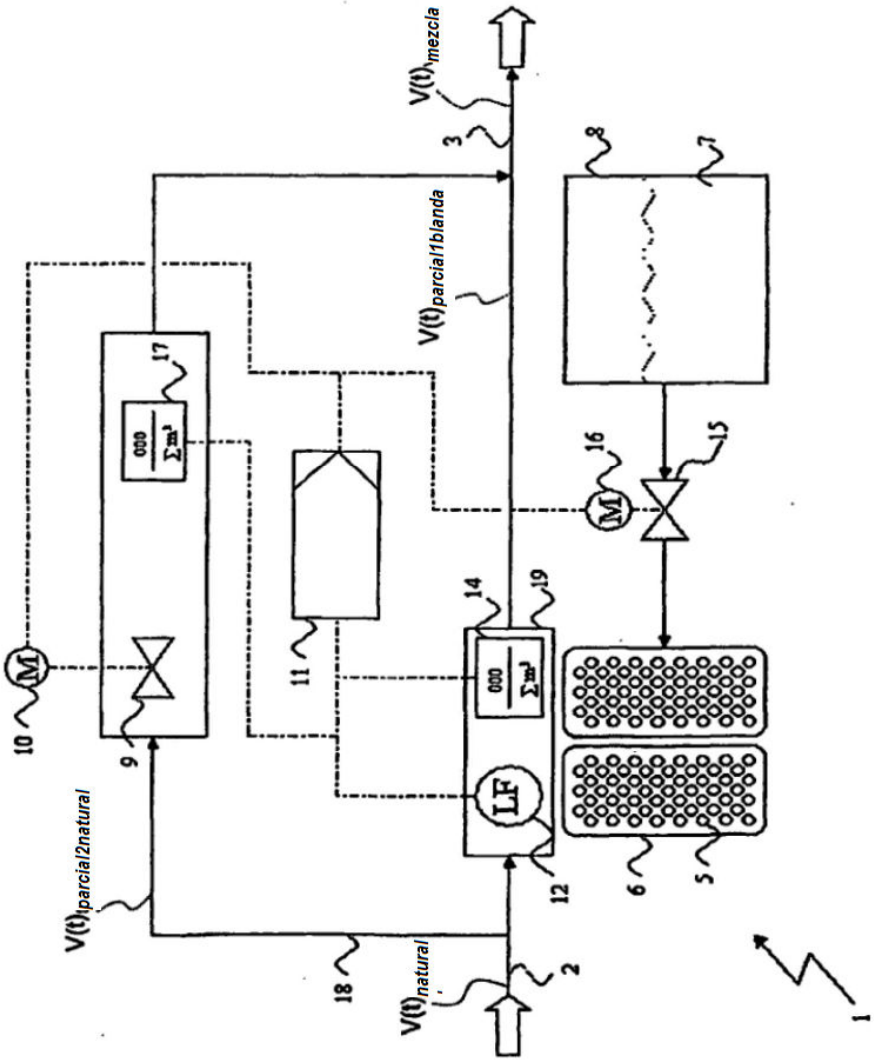
V(t)mezcla
V(t)parcial1blanda
V(t)parcial2natural
V(t)natural
LF
M
000
Σm³
1
2
3
5
6
7
8
9
10
11
12
14
15
16
17
18
19

Fig. 3