

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. Juni 2020 (25.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/126929 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
C02F 1/00 (2006.01) C02F 1/469 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/085134

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Dezember 2019 (13.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 222 254.1  
19. Dezember 2018 (19.12.2018) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **STEINER, Dietmar**; Schubertstr. 31, 73642 Welzheim (DE). **MIELCAREK, Paul**; Hauptstr. 62/2,

72667 Schlaitdorf (DE). **BOMMER, Lars**; Riegelaeckerstrasse 34, 71229 Leonberg (DE). **WANG, Ganzhou**; Hirschlander Str. 29, 71229 Leonberg (DE).

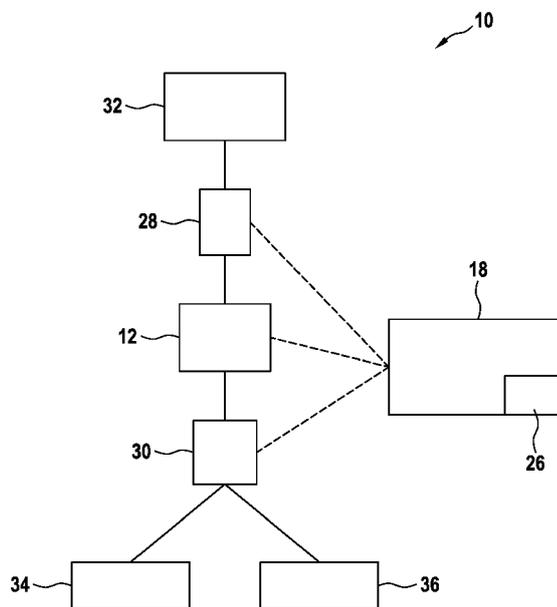
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: METHOD FOR SOFTENING WATER AND WATER SOFTENING SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZU EINER WASSERENTHÄRTUNG UND WASSERENTHÄRTUNGSANLAGE

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for softening water by means of a capacitive water softening system, wherein in at least one method step water is softened by means of at least one capacitor and softened product water is provided. It is proposed that in the at least one method step an ion concentration of the product water is regulated to a defined value.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zu einer Wasserenthärtung mittels einer kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, wobei in zumindest einem Verfahrensschritt Wasser mittels zumindest eines Kondensators enthärtet wird und enthärtetes Produktwasser bereitgestellt wird. Es wird vorgeschlagen, dass in dem zumindest einem Verfahrensschritt eine Ionenkonzentration des Produktwassers auf einen definierten Wert geregelt wird.



WO 2020/126929 A1

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

## 5 Beschreibung

## VERFAHREN ZU EINER WASSERENTHÄRTUNG UND WASSERENTHÄRTUNGSANLAGE

## Stand der Technik

10

Es ist bereits ein Verfahren zu einer Wasserenthärtung vorgeschlagen worden. Wasserenthärtung, also insbesondere die Entfernung von hauptsächlich  $\text{CaCO}_3$  und Spuren von Magnesium, erfolgt - vor allem im häuslichen Bereich - hauptsächlich über drei unterschiedliche Technologien. Zum einen über Ionentauscher, welche sehr effizient und mit geringem elektrischen Energieverbrauch verbunden sind, wobei das „verbrauchte“ Salz periodisch ausgetauscht werden muss. Ferner über Umkehrosmose, wobei das zu reinigende Wasser durch eine Membran gepresst wird. Die Umkehrosmose ist mit einem hohen elektrischen Energieverbrauch sowie einem hohen Wasserverbrauch verbunden. Des Weiteren über kapazitive Deionisierung oder Capacitive Deionisierung (CDI). Dabei wird das Wasser durch einen Kondensator gepumpt. Die angelegte Spannung saugt die im Wasser gelösten Ionen ab. Die Elektroden müssen dabei periodisch regeneriert werden, woraus ein diskontinuierlicher Betrieb folgt.

15

20

25

## Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zu einer Wasserenthärtung mittels einer kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, wobei in zumindest einem Verfahrensschritt Wasser mittels zumindest eines Kondensators enthärtet wird und enthärtetes Produktwasser bereitgestellt wird.

30

Es wird vorgeschlagen, dass in dem zumindest einen Verfahrensschritt eine Ionenkonzentration des Produktwassers auf einen definierten Wert geregelt wird.

35

5 Unter einem „Produktwasser“ soll insbesondere Wasser verstanden werden, welches von einer Wasserversorgungseinrichtung, insbesondere Wasserwerk, Trinkwasserförderungswerk oder dergleichen, als eine Wasserversorgung, insbesondere Trinkwasserversorgung, bereitgestellt wird und eine Reinigung, insbesondere Enthärtung, in einer Wasserenthärtungsanlage erfahren hat. Unter „Enthärtung“ soll vorzugsweise De-Ionisierung, insbesondere Entkalkung, verstanden werden. Unter „De-Ionisierung“ soll verstanden werden, dass aus einem ionenhaltigen Gemisch, insbesondere wässrigem Gemisch, der geladene, insbesondere ionische, Anteil zumindest im Wesentlichen entfernt wird. Vorzugsweise soll 10 eine Reduktion des geladenen Anteils von vorzugsweise mindestens 10 %, besonders bevorzugt von mindestens 50 % und ganz besonders bevorzugt von mindestens 90 % erreicht werden, beispielsweise auf eine Zielhärte von 3°dH. Unter „Entkalkung“ soll verstanden werden, dass aus einem kalkhaltigen Gemisch, insbesondere kalkhaltigem, wässrigem Gemisch, der Kalk, insbesondere 15 CaCO<sub>3</sub> und Spuren von Magnesium, zumindest im Wesentlichen entfernt wird. Vorzugsweise soll eine Reduktion des Kalkgehalts von vorzugsweise mindestens 10 %, besonders bevorzugt von mindestens 50 % und ganz besonders bevorzugt von mindestens 90 % erreicht werden.

20 Bevorzugt wird der Kondensator in zumindest einem Verfahrensschritt mit Wasser, insbesondere ungereinigtem Wasser, insbesondere von einer Steuer- und/oder Regeleinheit der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage gesteuert und/oder geregelt, durchströmt. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt zu einer Bereitstellung des enthärteten Produktwassers eine Spannung an die Elektroden des Kondensators der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, insbesondere mittels einer Steuer- und/oder Regeleinheit der kapazitiven 25 Wasserenthärtungsanlage, angelegt. In zumindest einem Verfahrensschritt bindet der Kondensator vorzugsweise geladene Bestandteile des ungereinigten Wassers in Abhängigkeit der angelegten Spannung an die Elektroden.

30 Unter „ungereinigtem Wasser“ soll insbesondere Wasser verstanden werden, welches von einer Wasserversorgungseinrichtung, insbesondere Wasserwerk, Trinkwasserförderungswerk, oder dergleichen als eine Wasserversorgung, insbesondere Trinkwasserversorgung, bereitgestellt wird und keine weiteren Reini-

gungen, insbesondere Entkalkungen, erfahren hat. Das ungereinigte Wasser hat beispielsweise eine Härte von 7°dH.

5 In zumindest einem Verfahrensschritt wird zur Bindung von geladenen Bestandteilen des ungereinigten Wassers durch den Kondensator vorzugsweise ein Strom ( $I_{el}$ ) verbraucht. In zumindest einem Verfahrensschritt wird vorzugsweise ein Strom ( $I_{el}$ ) in Abhängigkeit von der Anzahl an gebundenen Ionen ( $\Delta c$ ) und/oder von der angelegten Spannung verbraucht.

10 Zu einer Bindung einer bestimmten Anzahl an Ionen aus dem ungereinigten Wasser wird in zumindest einem Verfahrensschritt vorzugsweise der elektrische Strom ( $I_{el}$ ) in dem mit ungereinigtem Wasser durchströmten Kondensator über eine angelegte Spannung, insbesondere mittels einer Steuer- und/oder Regeleinheit der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, reguliert.

15 Ferner wird zu einer Regelung des elektrischen Stroms ( $I_{el}$ ) über die angelegte Spannung in dem mit ungereinigtem Wasser durchströmten Kondensator, vorzugsweise in zumindest einem Verfahrensschritt, die Ionenkonzentration des Produktwassers ermittelt, insbesondere von einem Nutzer eingegeben und/oder  
20 von einem Programm, insbesondere mittels einer Steuer- und/oder Regeleinheit der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, ermittelt. In zumindest einem Verfahrensschritt wird der De-Ionisierungsstrom ( $I_D$ ) in dem Kondensator zur Erreichung einer Zielhärte des Produktwasserstroms, insbesondere zu einer Bindung einer bestimmten Anzahl an Ionen, insbesondere mittels einer Steuer- und/oder Regeleinheit der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, berechnet.  
25

Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt der Produktwasserstrom ( $\dot{V}$  (l/s)) gemessen. In zumindest einem Verfahrensschritt wird vorzugsweise aus dem gemessenen Produktwasserstrom ( $\dot{V}$  (l/s)) die Faraday-Effizienz, insbesondere mittels einer Steuer- und/oder Regeleinheit der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, ermittelt. In zumindest einem Verfahrensschritt wird vorzugsweise aus dem gemessenen Produktwasserstrom ( $\dot{V}$  (l/s)) die Faraday-Effizienz mittels einer Eichkurve der Faraday-Effizienz und/oder der De-Ionisierungsleistung gegen den Produktwasserstrom ( $\dot{V}$  (l/s)) der Wasserenthär-  
30

tungsanlage, insbesondere mittels einer Steuer- und/oder Regeleinheit der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, ermittelt.

5 In zumindest einem Verfahrensschritt wird aus der Faraday-Effizienz und der gewünschten Zielhärte des Produktwassers der über die Spannung einzustellende elektrische Strom ( $I_{el}$ ), insbesondere mittels einer Steuer- und/oder Regeleinheit der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, berechnet.

10 Unter einem „De-Ionisierungsstrom“ soll ein minimaler Strom verstanden werden, welcher benötigt wird um eine bestimmten Anzahl von Ionen an die Elektroden eines Kondensators zu binden. Der minimale elektrische Strom für die De-ionisierung (De-Ionisierungsstrom ( $I_D$ )) in einem Kondensator korreliert mit der Differenz der Ionenkonzentration ( $\Delta c$  (mol/l)) strömungstechnisch vor und nach dem Kondensator sowie mit dem Produktwasserstrom ( $\dot{V}$  (l/s)):

15

$$I_D = \Delta c \cdot \dot{V} \cdot z \cdot F \quad (1)$$

Das Symbol F beschreibt die Faradaykonstante von ungefähr 96500 As/mol und das Symbol z die Anzahl an Elektronen pro Ion (bei  $\text{Ca}^{2+}$  ist  $z = 2$ ). Das Produkt aus z und F ist konstant. Das Produkt aus  $\Delta c$  und  $\dot{V}$  nennt man De-ionisierungsleistung (mmol/min). Unter der „Faraday-Effizienz“ soll ein Verhältnis von dem De-Ionisierungsstrom ( $I_D$ ) und dem tatsächlich verbrauchten Strom ( $I_{el}$ ) verstanden werden:

25

$$\eta_F = \frac{I_D}{I_{el}} \quad (2)$$

Bei zwei bekannten Größen von entweder Produktwasserstrom, De-ionisierungsstrom oder Konzentrationsdifferenz der Ionen kann die jeweils fehlende Größe aus Formel (1) berechnet werden. Ferner kann beispielsweise aus der Faraday Effizienz mittels Formel (2) und dem De-Ionisierungsstrom ( $I_D$ ) der tatsächlich verbrauchte elektrische Strom ( $I_{el}$ ) berechnet werden und über eine Spannung an dem Kondensator eingestellt werden. Beispielsweise wird ein Produktwasserstrom von 12,1 l/min gemessen. In diesem Beispiel wird auch eine Härte des ungereinigten Wassers von 7°dH gemessen. Bei 0,2 l/s weist die Beispielanlage eine Faraday-Effizienz von 0,7 auf. Die gewünschte Zielhärte ist bei

35

spielsweise 3°dH. Die Ionenkonzentrationsdifferenz ist in diesem Beispiel 0,76 mmol/l. Das entspricht in diesem Beispiel einem De-Ionisierungsstrom von 29 A. Bei einer Faraday-Effizienz von 0,7 entspricht das einem elektrischen Strom von 41 A der über eine Spannung an dem Kondensator eingestellt werden muss, in diesem Beispiel, um die gewünschte Zielhärte zu erreichen.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann vorteilhaft eine gezielte Ionenkonzentration erreicht werden. Vorteilhaft kann durch das Verfahren ein Energieverbrauch reduziert werden. Vorteilhaft können durch das Verfahren die Kosten einer Wasserenthärtung reduziert werden. Durch das Verfahren kann ein vorteilhaft reduzierter Wartungsaufwand und/oder verlängerte Wartungsintervalle erreicht werden. Durch das Verfahren kann eine vorteilhafte Lebensdauer einer Wasserenthärtungsanlage erreicht werden. Vorteilhaft kann eine Wasserregeneration von 95% erreicht werden. Vorteilhaft können 95% des einlaufenden ungereinigten Wassers in enthärtetes Wasser überführt werden.

Ferner wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt die Ionenkonzentration des Produktwassers gemessen wird und in zumindest einem Verfahrensschritt aus der Ionenkonzentration des Produktwassers der Produktwasserstrom ermittelt wird. In zumindest einem Verfahrensschritt wird bei einer bekannten und/oder gemessenen Ionenkonzentration des ungereinigten Wassers und einer bekannten und/oder gemessenen Ionenkonzentration des Produktwassers der Produktwasserstrom, insbesondere von einer Steuereinheit und/oder Regeleinheit, berechnet. Vorteilhaft kann bei einem Ausfall der Steuer und/oder Regeleinheit eine Austrittsmenge an Wasser bestimmt werden.

Ferner wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere einem Rechenschritt, die Zielhärte des Produktwassers bei einem maximalen De-Ionisierungsstrom bei bekannter und/oder gemessener Härte des ungereinigten Wassers berechnet wird. Vorteilhaft kann für eine Wasserenthärtungsanlage eine maximal zu erzielende Produktwasserhärte angezeigt werden. Vorteilhaft kann ein Nutzer vor einer Anschaffung einer Wasserenthärtungsanlage auf die zu erzielende minimale Ionenkonzentration im Produktwasser schließen.

5 Ferner wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt die Ionenkonzentration des Produktwassers von einem Nutzer eingegeben und/oder von einem Programm einer Steuer- und/oder Regeleinheit der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage ermittelt wird. Vorteilhaft kann ein Nutzer über die Ionenkonzentration des Produktwasser den Energieverbrauch einer Wasserenthärtungsanlage kontrollieren.

10 Ferner wird eine Wasserenthärtungsanlage, insbesondere eine kapazitive Wasserenthärtungsanlage, mit zumindest einer Steuer- und/oder Regeleinheit und mit zumindest einem Kondensator zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zu einer Wasserenthärtung vorgeschlagen.

15 Die Wasserenthärtungsanlage ist vorzugsweise zu einem Einsatz strömungstechnisch vor einer weiteren wasserverbrauchenden Einheit vorgesehen. Denkbar ist dabei beispielsweise ein Einsatz der Wasserenthärtungsanlage in Verbindung mit einer wasserverbrauchenden Küchenmaschine, beispielsweise einer Spülmaschine. Es ist ebenfalls denkbar, dass die Wasserenthärtungsanlage in der Wasserversorgung für eine Wohneinheit, insbesondere für ein Wohnhaus, und/oder für eine industrielle Einheit, insbesondere eine Fabrik oder eine Planta-  
20 ge, zum Einsatz kommt. Vorzugsweise ist die Wasserenthärtungsanlage zu einer Aufbereitung eines Zuwassers eines Gebäudewassernetzes, insbesondere Hauswassernetzes, vorgesehen.

25 Unter einer „Wasserenthärtungsanlage“ soll insbesondere eine Anlage verstanden werden, welche zu einer Reduktion von Partikeln, insbesondere Kalk, im Wasser, insbesondere in einer Wasserleitung, vorgesehen ist. Vorzugsweise ist die Wasserenthärtungsanlage dazu an einer Wasserversorgung, insbesondere an einer Wasserleitung, angeordnet. Vorzugsweise ist die Wasserenthärtungsanlage strömungstechnisch vor einer wasserverbrauchenden Einheit an einer Wasserversorgung, insbesondere Wasserleitung, angeordnet. Vorzugsweise ist die  
30 Wasserenthärtungsanlage mit einem Anschluss an ungereinigtes, hartes Wasser ausgebildet. Vorzugsweise enthärtet die Wasserenthärtungsanlage das Wasser und liefert dahinter geschalteten Einheiten weiches, gereinigtes Produktwasser.

Vorzugsweise ist die Wasserenthärtungsanlage in eine Wasserversorgung, insbesondere eine wasserverbrauchende Einheit, integriert. Unter einer „Wasserversorgung“ soll vorzugsweise eine Einheit verstanden werden, welche zwischen der wasserverbrauchenden Einheit und einer Wasserleitung und/oder einem anderen Wasserreservoir angeordnet ist. Denkbar ist, dass die Wasserversorgung  
5 zumindest einen Schlauch und/oder ein Rohr o. dgl. zu einer Führung von Wasser umfasst. Denkbar ist ebenfalls, dass die Wasserversorgung beispielsweise eine Pumpe zur Führung von Wasser und/oder ein Heizmodul zur Regulierung der Wassertemperatur umfasst. Vorzugsweise wird Wasser über einen an der  
10 Wasserversorgung anliegenden Leitungsdruck oder eine Pumpe durch die Wasserenthärtungsanlage geführt. Denkbar ist, dass die Wasserversorgung ein der Wasserenthärtungsanlage nachgeschaltetes Speicherbecken aufweist.

Vorzugsweise ist der zumindest eine Kondensator von einem elektrischen Kondensator gebildet. Der Kondensator umfasst zumindest eine erste Elektrode. Der  
15 zumindest eine Kondensator umfasst zumindest eine weitere Elektrode. Die Elektroden weisen bevorzugt einen Abstand von weniger als 1 mm auf. Vorzugsweise sind die Elektroden des zumindest einen ersten Kondensators aus einem Kohlenstoff, insbesondere porösen Kohlenstoff, bevorzugt nanoporösen  
20 Kohlenstoff, hergestellt. Denkbar ist, dass die Elektroden aus einem Graphit, aus einem Graphen und/oder Kohlenstoffnanoröhren und/oder aus einem Kohlenstoffnanoröhren umfassenden Verbundwerkstoff ausgebildet sind. Die Elektroden stellen in einem Betriebszustand vorzugsweise Adsorbatplätze für gelöste Ionen zur Verfügung. Vorteilhaft können die Elektroden stabil und mit einer großen  
25 Oberfläche ausgebildet werden. Vorteilhaft kann eine Wasserregeneration von 95% erreicht werden.

Zwischen die zumindest eine erste Elektrode und die zumindest eine weitere Elektrode wird in einem Betriebszustand eine Spannung angelegt. Der Wert der  
30 Spannung, insbesondere bevorzugt 1 V, an der zumindest einen ersten Elektrode ist vorzugsweise entgegengesetzt gleichwertig zu dem Wert der Spannung an der zumindest einen weiteren Elektrode. Unter „entgegengesetzt gleichwertig“ soll insbesondere ein Wert verstanden werden, welcher einem weiteren Wert bis auf sein Vorzeichen gleicht. Die angelegte Spannung erzeugt zumindest eine  
35 negativ geladene erste Elektrode und zumindest eine gleich stark aber positiv

geladene weitere Elektrode. Denkbar ist auch, dass die Elektroden umgekehrt geladen sind. Denkbar ist auch, dass zumindest eine Elektrode mit einer elektrischen Masse der Wasserenthärtungsanlage verbunden ist.

5 Die zumindest eine erste geladene Elektrode ist in zumindest einem Betriebszustand in direktem Kontakt mit dem ungereinigten Wasser. Die zumindest eine weitere geladene Elektrode ist in zumindest einem Betriebszustand in direktem Kontakt mit dem ungereinigten Wasser. Die negative Ladung an der zumindest einen ersten Elektrode bindet positiv geladene Bestandteile aus dem ungereinigten Wasser an die zumindest eine erste Elektrode. Die positive Ladung an der 10 zumindest einen weiteren Elektrode bindet negativ geladene Bestandteile aus dem ungereinigten Wasser an die zumindest eine weitere Elektrode. Der Betrag der Spannung ist proportional zur De-Ionisierungsstärke eines Kondensators. Unter einer „De-Ionisierungsstärke“ soll vorzugsweise die Anzahl an aus dem 15 Wasser entfernten geladenen Bestandteilen verstanden werden. Die Stromdichte eines Kondensators liegt bevorzugt in einem Bereich von 10 – 50 mA/cm<sup>2</sup>. Ein De-Ionisierungsstrom liegt beispielsweise bei 29 A, wobei bei einer Faraday-Effizienz von 0,7 ein elektrischer Strom von 41 A eingestellt werden muss, um 29 A De-Ionisierungsstrom zu erreichen. Vorzugsweise weist die Wasserenthärtungsanlage ein bekanntes, insbesondere gemessenes, Verhältnis zwischen einem Produktwasserstrom und der Faraday-Effizienz auf. Der elektrische Strom ist aufgrund von Leck-Strömen und sonstigen Energieverlusten, wie etwa durch 20 Abwärme, immer höher als der De-Ionisierungsstrom.

25 Denkbar ist auch eine entgegengesetzte Ladungsverteilung zwischen der zumindest einen ersten Elektrode und der zumindest einen weiteren Elektrode. In diesem Fall bindet die positive Ladung an der zumindest einen ersten Elektrode negativ geladene Bestandteile aus dem ungereinigten Wasser an die zumindest eine erste Elektrode. In diesem Fall bindet die negative Ladung an der 30 zumindest einen weiteren Elektrode positiv geladene Bestandteile aus dem ungereinigten Wasser an die zumindest eine weitere Elektrode. Strömungstechnisch ist hinter dem zumindest einen Kondensator in zumindest einem Betriebszustand enthärtetes Produktwasser angeordnet.

Denkbar ist, dass die Wasserenthärtungsanlage zumindest ein Rückschlagventil umfasst.

5 Die Wasserenthärtungsanlage umfasst zumindest eine Steuer- und/oder Regeleinheit. Die zumindest eine Steuer- und/oder Regeleinheit ist dazu vorgesehen, eine kontinuierliche Bereitstellung von enthärtetem Wasser zu steuern. Unter einer „Steuer- und/oder Regeleinheit“ soll insbesondere eine Einheit mit zumindest einer Steuerelektronik verstanden werden. Unter einer „Steuerelektronik“ soll insbesondere eine Einheit mit einer Prozessoreinheit und mit einer Speichereinheit sowie mit einem in der Speichereinheit gespeicherten Betriebsprogramm verstanden werden. Die Steuer- und/oder Regeleinheit ist vorzugsweise ein Bauteil, welches dazu vorgesehen ist, zumindest die elektrischen, insbesondere elektronischen, Bauteile der Wasserenthärtungsanlage zu steuern und/oder zu regeln. Die Steuer- und/oder Regeleinheit der Wasserenthärtungsanlage ist zu  
10  
15  
20  
25  
30  
mindest dazu vorgesehen, etwaige Ventile und/oder einen Kondensator zu einer Steuerung mit einer Spannung zu versorgen. Die Steuer- und/oder Regeleinheit umfasst vorzugsweise zumindest ein Speicherelement. Vorzugsweise ist eine Eichkurve zwischen dem Produktwasserstrom und der Faraday-Effizienz und/oder der De-Ionisierungsleistung der Wasserenthärtungsanlage für Produktwasserströme von 0 l/min bis mindestens 50 l/min, bevorzugt mindestens 12 l/min, in dem Speicherelement gespeichert. Vorzugsweise ist eine Eichkurve zwischen dem Produktwasserstrom und der Faraday-Effizienz und/oder der De-Ionisierungsleistung der Wasserenthärtungsanlage für Produktwasserströme von 0 l/min bis mindestens 50 l/min, bevorzugt mindestens 12 l/min, in dem Speicherelement bei einer Herstellung, Montage und/oder Wartung gespeichert und/oder nachträglich einspeicherbar. Denkbar ist weiterhin, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit zumindest ein Sensorelement zu einer Regelung der von der Steuer- und/oder Regeleinheit gesteuerten Größen umfasst. Die Eichkurve zwischen dem Produktwasserstrom und der Faraday-Effizienz und/oder der De-Ionisierungsleistung kann über Messung der Eingangs- und Ausgangshärten des Wassers sowie des Stromverbrauchs und des Volumenflusses von Wasser (Produktwasserstrom) durch die Wasserenthärtungsanlage aufgenommen und/oder berechnet werden.

Die Steuer- und/oder Regeleinheit umfasst ein Schaltelement, das dazu vorgesehen ist, zumindest eine Spannung an dem zumindest einen ersten Kondensator in, insbesondere periodischen, Abständen umzukehren. Unter „periodischen Abständen“ sollen vorzugsweise zeitliche, insbesondere gleichbleibende zeitliche, wiederkehrende Abstände verstanden werden. Vorzugsweise ist das Schaltelement dazu vorgesehen, nach einem weiteren zeitlichen Abstand, insbesondere einem gleichen zeitlichen Abstand wie beim ersten Umschalten der Spannung, die Spannung an dem ersten Kondensator wieder auf die Ausgangsspannung zu schalten. Vorzugsweise ist das Schaltelement dazu vorgesehen, die zeitlichen Abstände der Schaltvorgänge an einen Wasserverbrauch der Wasserenthärtungsanlage anzupassen. Denkbar ist, dass die zeitlichen Abstände gleich lang bleiben. Alternativ ist denkbar, dass die zeitlichen Abstandsvariationen kürzer und/oder länger werden. Vorteilhaft kann eine Wasserenthärtungsanlage ausgebildet werden, welche zu jedem Betriebszeitpunkt im Energieoptimum arbeitet. Vorzugsweise überführt eine Spannungsumkehr an einem Kondensator den Kondensator aus einer De-Ionisierungs-Schaltstellung in eine Reinigungsschaltstellung und umgekehrt. Das Schaltelement ist insbesondere dazu vorgesehen, den zumindest einen ersten Kondensator und den zumindest einen weiteren Kondensator wiederkehrend von der De-Ionisierungs-Schaltstellung in die Reinigungsschaltstellung und nach einem definierten zeitlichen Abstand wieder zurück in die De-Ionisierungs-Schaltstellung zu bringen. Unter einer De-Ionisierungs-Schaltstellung soll eine Schaltstellung verstanden werden, in welche ein Kondensator geschaltet ist, wenn erstmalig oder nach einer Reinigung eine neue, insbesondere umgepolte, Spannung an dessen zumindest zwei Elektroden angelegt wird. Unter einer „Reinigungsschaltstellung“ soll im Vergleich zu der De-Ionisierungs-Schaltstellung eine Schaltstellung verstanden werden, in welche ein Kondensator geschaltet ist, wenn die Spannung zwischen den zumindest zwei Elektroden des Kondensators umgepolt ist. Unter „umgepolt“ soll insbesondere eine Umkehr der Ladungsträgervorzeichen verstanden werden, wobei die Spannungsstärke nicht gleich groß sein muss. Vorzugsweise ist die Spannung in der Reinigungsschaltstellung niedriger als in der De-Ionisierungs-Schaltstellung. Es ist denkbar, dass der zumindest eine Kondensator, welcher in der Reinigungsschaltstellung betrieben wird, mit Wasser versorgt ist, welches aus einem Abwassernetz entnommen ist. Vorteilhaft kann eine umweltschonende und/oder materialschonende Wasserenthärtungsanlage ausgebildet werden.

Vorteilhaft kann eine Wasserenthärtungsanlage ausgebildet werden, welche regelbar enthärtetes Wasser bereitstellt. Vorteilhaft kann eine Wasserenthärtungsanlage ausgebildet werden, die ein Produktwasser mit geregelter Ionenkonzentration ausgeben kann. Vorteilhaft kann eine energiesparsame Wasserenthärtungsanlage ausgebildet werden. Vorteilhaft kann eine betriebskostengünstige Wasserenthärtungsanlage ausgebildet werden. Vorteilhaft kann eine Erhöhung der Standzeit einer Wasserenthärtungsanlage erreicht werden.

Ferner wird vorgeschlagen, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit ein austauschbares Speicherelement umfasst. Vorzugsweise ist das Speicherelement von außen zugänglich an der Steuer und/oder Regeleinheit angeordnet. Denkbar ist, dass das Speicherelement innerhalb eines Gehäuses der Steuer- und/oder Regeleinheit hinter einer Klappe angeordnet ist. Vorteilhaft kann eine leichte Montage und/oder ein leichter Austausch des Speicherelements erreicht werden. Vorteilhaft kann ein leichter Austausch und/oder ein erleichterte Neuaufnahme der Eichkurve, welche auf dem Speicherelement gespeichert ist, erreicht werden. Vorteilhaft kann ein Export der Eichkurve auf ein weiteres Gerät erreicht werden. Vorteilhaft können in Laboratorien die Messbedingungen für einzelne Testreihen auf einem externen Gerät abgerufen werden.

Die erfindungsgemäße Wasserenthärtungsanlage soll hierbei nicht auf die oben beschriebene Anwendung und Ausführungsform beschränkt sein. Insbesondere kann die erfindungsgemäße Wasserenthärtungsanlage zu einer Erfüllung einer hierin beschriebenen Funktionsweise eine von einer hierin genannten Anzahl von einzelnen Elementen, Bauteilen und Einheiten sowie Verfahrensschritten abweichende Anzahl aufweisen. Zudem sollen bei den in dieser Offenbarung angegebenen Wertebereichen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als offenbart und als beliebig einsetzbar gelten.

Zeichnungen

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merk-

male in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

5 Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße kapazitive Wasserenthärtungsanlage in einer schematischen Darstellung,

10 Fig. 2 einen Kondensator einer kapazitiven Wasserenthärtungsanlage in einer De-Ionisierungs-Schaltstellung in einer schematischen Darstellung,

Fig. 3 einen Kondensator einer kapazitiven Wasserenthärtungsanlage in einer Reinigungsschaltstellung in einer schematischen Darstellung und

15 Fig. 4 ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zu einer Wasserenthärtung mittels der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage.

20 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Figur 1 zeigt eine kapazitive Wasserenthärtungsanlage 10 mit einem Kondensator 12. Eine Frischwasserquelle 32, insbesondere ein Anschluss an eine Wasserleitung, liefert ungereinigtes Wasser zu dem Kondensator 12 über eine Wasserleitung wie etwa ein Rohr und/oder ein Schlauch. Der Wasserfluss zu dem Kondensator 12 ist von einer Steuer- und/oder Regeleinheit 18 kontrollierbar über ein Ventil 28, welches strömungstechnisch vor dem Kondensator 12 angeordnet ist. Die Wasserenthärtungsanlage 10 weist die Steuer- und/oder Regeleinheit 18 auf. Die Steuer- und/oder Regeleinheit 18 steuert und/oder regelt einen Strom und/oder eine Spannung  $V_k$ ,  $V_k'$  an dem Kondensator 12. Die Steuer- und/oder Regeleinheit 18 steuert und/oder regelt den Kondensator 12 in eine Reinigungsschaltstellung oder eine De-Ionisierungs-Schaltstellung. Strömungstechnisch hinter dem Kondensator 12 ist ein Wege-Ventil 30, insbesondere Drei-Wege-Ventil, angeordnet. Die Steuer- und/oder Regeleinheit 18 steuert und/oder regelt das Wege-Ventil 30 zu einer Weiterleitung des Wassers, welches aus dem Kon-

25  
30  
35

5       densator 12 kommt. Das Wege-Ventil 30 ist mit zwei Ausgängen ausgebildet. Ein  
Ausgang des Wege-Ventils 30 ist mit einem Gebäudewassernetz 34 verbunden.  
Ein weiterer Ausgang des Wege-Ventils 30 ist mit einem Abwassernetz 36 ver-  
10       bunden. Die Steuer und/oder Regeleinheit 18 steuert und/oder regelt das Wege-  
Ventil 30 zu einer Weiterleitung des Wassers in das Gebäudewassernetz 34,  
wenn der Kondensator 12 in De-Ionisierungs-Schaltstellung betrieben wird. Die  
Steuer- und/oder Regeleinheit 18 steuert und/oder regelt das Wege-Ventil 30 zu  
15       einer Weiterleitung des Wassers in das Abwassernetz 36, wenn der Kondensator  
12 in Reinigungsschaltstellung betrieben wird. Die Steuer- und/oder Regeleinheit  
18 umfasst ein austauschbares Speicherelement 26. Auf dem Speicherelement  
ist eine Eichkurve der Faraday-Effizienz und/oder der De-Ionisierungsleistung  
20       gegen den Produktwasserstrom der Wasserenthärtungsanlage 10 gespeichert.

15       Der Kondensator 12 der Wasserenthärtungsanlage 10 ist in Figur 2 und Figur 3  
schematisch dargestellt. Die Wasserenthärtungsanlage 10 umfasst beispielhaft  
einen Kondensator 12. Der Kondensator 12 ist zu einer Bindung und/oder Absto-  
20       ßung von geladenen Bestandteilen aus dem Wasser an und/oder von den/dem  
ersten Kondensator 12, insbesondere den Elektroden 14, 14' ausgebildet (siehe  
Fig. 2 und 3).

20       Zu einer Bindung und/oder Abstoßung von geladenen Bestandteilen aus dem  
Wasser, insbesondere ungereinigtem Wasser, kann der Kondensator 12 von der  
Steuer- und/oder Regeleinheit 18 in eine Reinigungsschaltstellung oder und/eine  
De-Ionisierungsschaltstellung geschaltet werden. Zu einer Schaltung des Kon-  
25       densators 12 in eine Reinigungsschaltstellung steuert und/oder regelt die Steuer-  
und/oder Regeleinheit 18 die Spannung  $V_k$ ,  $V_{k'}$  an Elektroden 14, 14' des Kon-  
densators 12.

30       Figur 2 zeigt einen Kondensator 12 in De-Ionisierungs-Schaltstellung. Ungerei-  
nigtes Wasser durchströmt einen Bereich zwischen zwei porösen Elektroden 14,  
14' eines Kondensators 12. Zwischen den beiden gezeigten Elektroden 14, 14'  
liegt eine Spannung  $V_k$  an. Positive Ionen werden aus dem Wasser an eine nega-  
35       tiv geladene Elektrode 14 gezogen und dort gebunden. Negative Ionen werden  
aus dem Wasser an eine positiv geladene Elektrode 14' gezogen und dort ge-  
bunden. Die positive und die negative Elektrode 14, 14' sind sich gegenüberlie-

gend angeordnet. Hinter den Elektroden 14, 14' befinden sich Kollektoren 16, 16'. Die Kollektoren 16, 16' können Ladung, insbesondere der gebundenen Ionen an den Elektroden 14, 14', aufnehmen oder abgeben.

5       Figur 3 zeigt einen Kondensator 12 in Reinigungsschaltstellung. Ungereinigtes Wasser und/oder Abwasser durchströmt einen Bereich zwischen zwei porösen Elektroden 14, 14' eines Kondensators 12. Zwischen den beiden gezeigten Elektroden 14, 14' liegt eine Spannung  $V_{k'}$  an. Die Spannung  $V_{k'}$  ist entgegengesetzt zu der Spannung  $V_k$  in der De-Ionisierungs-Schaltstellung. Positive Ionen werden  
10       von der positiven Elektrode 14 an das Wasser abgegeben. Negative Ionen werden von der positiven Elektrode 14' an das Wasser abgegeben. Die positive und die negative Elektrode 14, 14' sind sich gegenüberliegend angeordnet. Hinter den Elektroden 14, 14' befinden sich Kollektoren 16, 16'.

15       Die Steuer- und/oder Regeleinheit 18 steuert und/oder regelt einen Wasserfluss, insbesondere von ungereinigtem Wasser oder Abwasser, durch den Kondensator 12. Die Steuer- und/oder Regeleinheit 18 steuert eine Wasserausgabe, insbesondere von Produktwasser, der Wasserenthärtungsanlage 10, insbesondere des Kondensators 12. Beispielsweise steuert und/oder regelt die Steuer-  
20       und/oder Regeleinheit ein strömungstechnisch vor dem Kondensator gelegenes Ventil 22 zur Steuerung und/oder Regulierung des Wasserflusses durch den Kondensator.

25       Figur 4 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zu einer Wasserenthärtung mittels der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage.  
In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere einem Spannungsschritt 20, wird eine Spannung  $V_k$ , an die Elektroden 14, 14' des Kondensators 12 angelegt.  
In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Spannungsschritt 20, wird der Kondensator 12 mit Wasser, insbesondere ungereinigtem Wasser,  
30       durchströmt. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Spannungsschritt 20, bindet der Kondensator 12 geladene Bestandteile des ungereinigten Wassers in Abhängigkeit der angelegten Spannung  $V_k$  an die Elektroden 14, 14'. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Spannungsschritt 20, wird die Ionenkonzentration des Produktwassers über eine  
35       angelegte Spannung  $V_k$ , an die Elektroden 14, 14' des Kondensators 12 reguliert.

In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Spannungsschritt 20, wird die Spannung  $V_k$  an dem zumindest einen Kondensator 12 zu einer gezielten Einstellung der Ionenkonzentration des Produktwassers reguliert.

5 In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Spannungsschritt 20, wird die Ionenkonzentration des Produktwassers über eine Spannung  $V_k$  reguliert. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Spannungsschritt 20, wird ein elektrischer Strom, insbesondere De-Ionisierungsstrom, in dem mit ungereinigtem Wasser durchströmten Kondensator 12 über eine Spannung  $V_k$  reguliert.

10

In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere einem Messschritt 22, wird die Ionenkonzentration des Produktwassers berechnet. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Messschritt 22, wird der Produktwasserstrom gemessen. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Messschritt 22, wird der elektrische Strom in dem Kondensator 12 zur Erreichung einer Zielhärte berechnet. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Messschritt 22, wird aus dem bekannten Produktwasserstrom die Faraday-Effizienz ermittelt. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Messschritt 22, wird aus dem bekannten Produktwasserstrom die Faraday-Effizienz mittels einer Eichkurve der Faraday-Effizienz und/oder der De-Ionisierungsleistung gegen den Produktwasserstrom der Wasserenthärtungsanlage 10 ermittelt. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Messschritt 22, wird aus der Faraday-Effizienz und der gewünschten Zielhärte des Produktwassers der De-Ionisierungsstrom und/oder der tatsächlich benötigte elektrische Strom, insbesondere von der Steuer- und/oder Regeleinheit 18, berechnet. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Messschritt 22, wird die Eichkurve der Faraday-Effizienz und/oder der De-Ionisierungsleistung gegen den Produktwasserstrom der Wasserenthärtungsanlage 10 von dem Speicherelement 26 abgerufen. Der Zusammenhang der Faraday-Effizienz und des Produktwasserstroms ist beispielsweise im Wesentlichen als linearer Zusammenhang ausgeprägt.

15

20

25

30

Beispielsweise wird ein Produktwasserstrom von 12,1 l/min gemessen. In diesem Beispiel wird auch eine Härte des ungereinigten Wassers von 7°dH gemessen.

Bei 0,2 l/s weist die Beispielanlage eine Faraday-Effizienz von 0,7 auf. Die gewünschte Zielhärte ist beispielsweise 3°dH. Die Ionenkonzentrationsdifferenz ist 0,76 mmol/l. Das entspricht einem De-Ionisierungsstrom von 29 A. Bei einer Faraday-Effizienz von 0,7 entspricht das einem elektrischen Strom von 41 A, der an dem Kondensator 12 eingestellt werden muss.

In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere einen Rechenschritt 24, wird die Ionenkonzentration des Produktwassers gemessen und in zumindest einem Verfahrensschritt wird aus der Ionenkonzentration des Produktwassers der Produktwasserstrom ermittelt. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem Rechenschritt 24, wird bei einer bekannten Ionenkonzentration des ungereinigten Wassers und einer bekannten Ionenkonzentration des Produktwassers der Produktwasserstrom berechnet, insbesondere mittels der Eichkurve der Faraday-Effizienz gegenüber dem Produktwasserstrom.

Beispielsweise wird eine Härte des ungereinigten Wassers von 7°dH gemessen. Die Zielhärte des Produktwassers ist beispielsweise als 3°dH gemessen. Die Ionenkonzentrationsdifferenz ist 0,76 mmol/l. Das entspricht einem De-Ionisierungsstrom von 29 A. Bei einem elektrischen Strom von 41 A, der an dem Kondensator 12 eingestellt ist, ist die Faraday Effizienz 0,7. Durch die Eichkurve der Faraday-Effizienz und/oder der De-Ionisierungsleistung gegen den Produktwasserstrom der Wasserenthärtungsanlage 10 gegenüber dem Produktwasserstrom kann der Produktwasserstrom ermittelt werden.

In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere einem Rechenschritt 24, wird die Zielhärte des Produktwassers bei einem maximalen De-Ionisierungsstrom bei bekannter Härte des ungereinigten Wassers berechnet. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere einem Rechenschritt 24, wird die Zielhärte des Produktwassers bei einem maximalen De-Ionisierungsstrom bei bekannter Härte des ungereinigten Wassers mittels der Eichkurve der Faraday-Effizienz und/oder der De-Ionisierungsleistung gegenüber dem Produktwasserstrom der Wasserenthärtungsanlage 10 berechnet. In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere einem Rechenschritt 24, wird die Härte des ungereinigten Wassers gemessen.

In zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere dem einen Rechenschritt 24, wird die Ionenkonzentration des Produktwassers von einem Nutzer eingegeben und/oder von der Steuer- und/oder Regeleinheit, insbesondere einem Programm der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, ermittelt.

5 Es ist denkbar, dass in zumindest einem Verfahrensschritt die Temperatur des Wassers, insbesondere zum Abgleich einer Eichkurve, gemessen und/oder verglichen wird.

10 Alle Verfahrensschritte können insbesondere in einer beliebigen Reihenfolge ablaufen, wobei auch zwischen den Verfahrensschritten durchgeführte weitere Verfahrensschritte denkbar sind. Insbesondere können die Verfahrensschritte in einer beliebigen Reihenfolge wiederholt ablaufen.

## Ansprüche

5

1. Verfahren zu einer Wasserenthärtung mittels einer kapazitiven Wasserenthärtungsanlage, wobei in zumindest einem Verfahrensschritt Wasser mittels zumindest eines Kondensators enthärtet wird und enthärtetes Produktwasser bereitgestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem

10

zumindest einen Verfahrensschritt eine Ionenkonzentration des Produktwassers auf einen definierten Wert geregelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem Verfahrensschritt die Ionenkonzentration des Produktwassers gemessen wird und in zumindest einem Verfahrensschritt aus der Ionenkonzentration des Produktwassers der Produktwasserstrom ermittelt wird.

15

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem Verfahrensschritt, insbesondere einem Rechenschritt 24, die Zielhärte des Produktwassers bei einem maximalen De-

20

ionisierungsstrom bei bekannter Härte des ungereinigten Wassers berechnet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem Verfahrensschritt die Ionenkonzentration des Produktwassers von einem Nutzer eingegeben und/oder von einem Programm einer Steuer- und/oder Regeleinheit der kapazitiven Wasserenthärtungsanlage selbsttätig ermittelt wird.

25

5. Wasserenthärtungsanlage mit zumindest einer Steuer- und/oder Regeleinheit (18) und mit zumindest einem Kondensator (12) zur Durchführung eines Verfahrens zu einer Wasserenthärtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

30

6. Wasserenthärtungsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit (18) ein austauschbares Speicherelement (26) umfasst.

Fig. 1

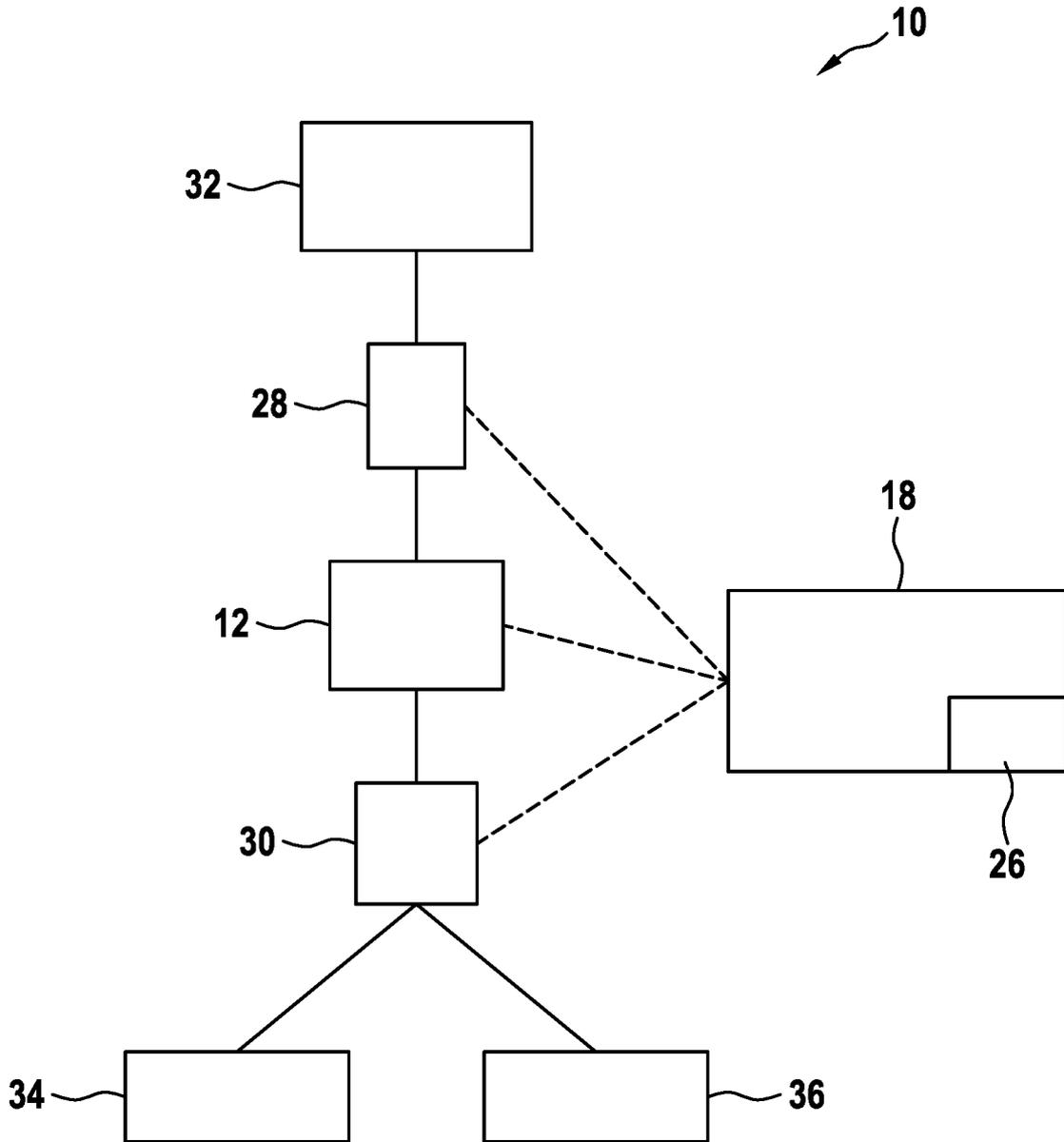


Fig. 2

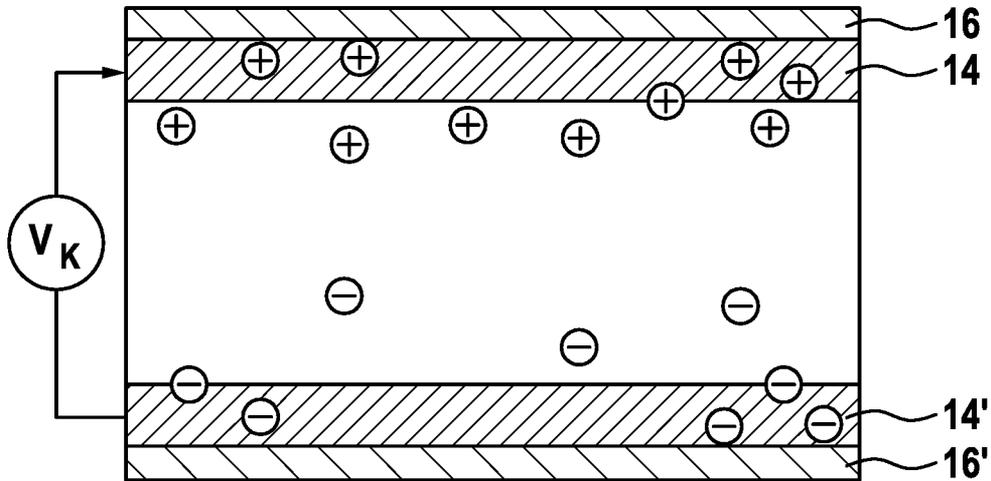


Fig. 3

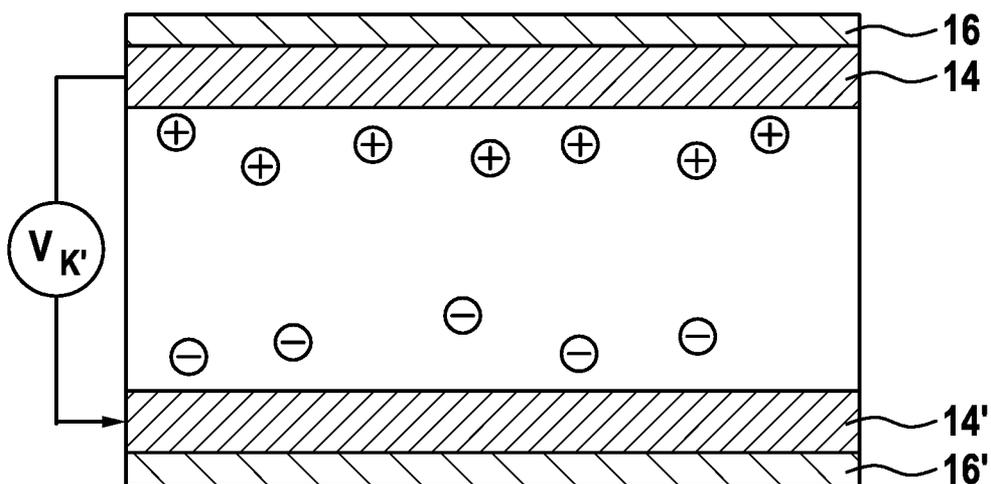
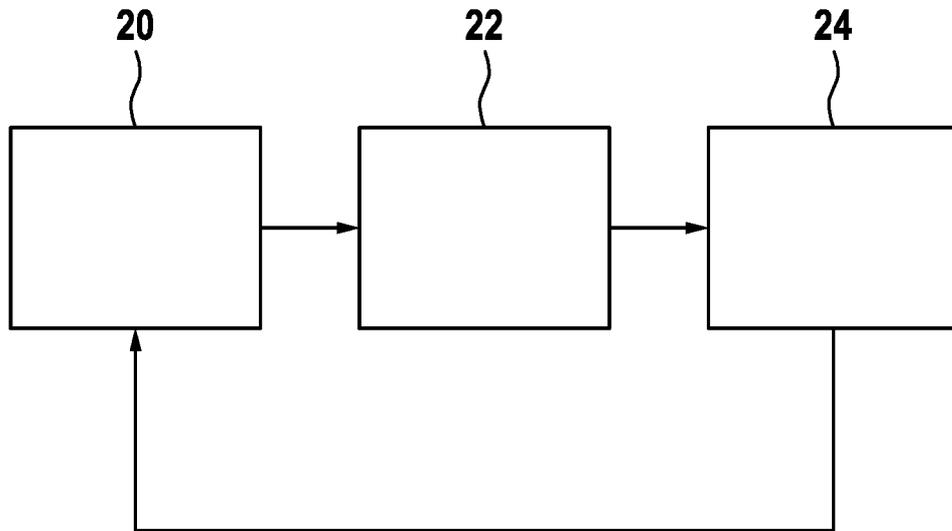


Fig. 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/085134**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>C02F 1/00</i> (2006.01)i; <i>C02F 1/469</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C02F  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013105323 A1 (AVERBECK DAVID J [US] ET AL) 02 May 2013 (2013-05-02) figures 1,7 paragraphs [0087], [0098]	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>31 March 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>15 April 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Châtellier, Xavier</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/085134**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2013105323	A1	02 May 2013	CN	104169224	A	26 November 2014
				EP	2771284	A1	03 September 2014
				US	2013105323	A1	02 May 2013
				WO	2013063578	A1	02 May 2013
.....							

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2019/085134
---

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. C02F1/00 C02F1/469  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTER GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 C02F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2013/105323 A1 (AVERBECK DAVID J [US] ET AL) 2. Mai 2013 (2013-05-02) Abbildungen 1,7 Absätze [0087], [0098] -----	1-6

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- |   |  |
|---|--|
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  <b>31. März 2020</b>	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  <b>15/04/2020</b>
---	--

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter   <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><b>Châtellier, Xavier</b></p>
--	---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/085134

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013105323	A1 02-05-2013	CN 104169224 A	26-11-2014
		EP 2771284 A1	03-09-2014
		US 2013105323 A1	02-05-2013
		WO 2013063578 A1	02-05-2013
-----			