



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : C02F 1/46</p>	<p>A2</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/05175</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Februar 2000 (03.02.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02220</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 21. Juli 1999 (21.07.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 32 822.2 21. Juli 1998 (21.07.98) DE</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: PFEFFERLE, Uwe [DE/DE]; Sindelsdorferstrasse 4, D-82392 Habach-Dürnhausen (DE). SITTER, Alois [DE/DE]; Schimmelstrasse 4, D-89415 Laingen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: SCHWEIGER, Martin; Leopoldstrasse 77, D-80802 München (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>
<p>(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CAPACITATIVE DEMINERALIZATION OF FLUIDS CONTAINING IONS</p>		
<p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KAPAZITIVEN DEMINERALISIERUNG VON IONEN ENTHALTENDEN FLÜSSIGKEITEN</p>		
<p>(57) Abstract</p>		
<p>The invention relates to a method and device for capacitive demineralization of fluids containing ions, whereby the fluid is introduced into a container and an electrical field is subsequently applied to capacitor plates (8, 9), causing the ions of the liquid to pass through the wall (7) of a filter. Said ions are deposited on the capacitor plates in the form of a double layer coating (15, 16). Microcrystalline structures resulting from ion compounds are precipitated and subsequently removed from the device (1) by introducing clocked voltage peaks.</p>		
<p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kapazitiven Demineralisierung von Ionen enthaltenden Flüssigkeiten, bei welchen nach dem Einleiten der Flüssigkeit in einen Behälter ein elektrisches Feld an Kondensatorplatten (8, 9) angelegt wird, was zu einem Hindurchleiten von Ionen der Flüssigkeit durch eine Filterwand (7) führt. Die hindurchgeleiteten Ionen legen sich als Bilayer-Schichten (15, 16) an den Kondensatorplatten (8, 9) ab. Durch das Einleiten von getakteten Spannungsspitzen werden mikrokristalline Strukturen, die aus Ionenverbindungen resultieren, ausgefällt und danach aus der Vorrichtung (1) entfernt.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur kapazitiven Demineralisierung von Ionen enthaltenden Flüssigkeiten

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kapazitiven Demineralisierung von Ionen enthaltenden Flüssigkeiten.

10 In der Veröffentlichung WO98/17587 werden zum Stand der Technik Verfahren und Vorrichtungen zur Wasseraufbereitung, insbesondere Demineralisierung und Entkarbonisierung beschrieben.

Hierbei wird von zwei grundsätzlichen Verfahrensprinzipien
15 ausgegangen, bei denen es sich zum einen um eine Entkarbonisierung mit Kationenaustauscherharzen in der H^+ -Form handelt und zum anderen um eine Entkarbonisierung mit durch Ausfällen von Karbonaten, insbesondere Kalk.

20 Der Nachteil der bekannten Verfahren, bei denen die Entkarbonisierung über pH-Wertanhebung realisiert wird, wird in dieser Druckschrift darin gesehen, daß man große Mengen an chemischen Zusätzen dem Wasser beimengen muß. Zum Beispiel erbringt die
Zugabe von Kalkmilch zusätzliche CA^{2+} -Ionen ins Wasser, die im
25 nachfolgenden Kalkausfallprozeß nicht immer vollständig ausgefällt werden können. Zur Verwendung von Natronlauge und Soda im Trinkwasserbereich wird ausgeführt, daß hier die Grenzwerte für Natriumionen entsprechende Grenzen setzen.

30 Ein weiteres Problem wird in dem nach der Kalkausfällung zu hohen pH-Wert des Wassers gesehen. Hier müssen entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen werden.

Bei elektrochemischen Verfahren als Alternative wird als Problem
35 angesehen, daß es wichtig ist, die Elektrodenreaktion unterhalb der Wasserzersetzungsspannung von 1,23 V durchzuführen, da sich sonst an der Anode H^+ -Ionen bilden, die den pH-

Wert wieder absenken würden. Dadurch sei der Verfahrenserfolg auf den im Wasser vorhandenen Sauerstoff und dessen elektrochemische Umsetzung an der Kathode beschränkt.

5 Zur Vermeidung dieser Probleme wird in der WO98/17587 vorgeschlagen, die nötigen OH^- -Ionen durch elektrolytische Zerlegung von Wasser an der Kathode zu bilden. Hierbei soll durch ein Diaphragma verhindert werden, daß die OH^- -Ionen mit an der Kathode gebildeten H^+ -Ionen rekombinieren.

10

Im Rahmen vorliegender Erfindung durchgeführte Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß das bekannte Verfahren und die entsprechende Vorrichtung insofern steuerungs- und verfahrenstechnisch relativ aufwendig sind, als daß es erforderlich ist, zwischen Kathode und Anode eine über 1,22 V liegende Spannung anzulegen, wobei im Kathodenraum, der durch Einbringen eines Diaphragmas zwischen Kathode und Anode erzeugt wird, ein basisches Milieu geschaffen werden muß, in dem Karbonat und/oder Magnesiumkarbonat ausfällt.

20

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kapazitiven Demineralisierung von Ionen enthaltende Flüssigkeiten zu schaffen, die einfach auch großtechnisch realisierbar sind und eine hohe Effizienz ermöglichen.

25

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 4.

30 Gemäß den Prinzipien vorliegender Erfindung wird in einem Filterbehälter mit einer Filter- bzw. Diaphragmawand eine Anordnung hochkapazitiver Elektroden, die vorzugsweise aus einem leitfähigen Material mit extrem hoher Oberfläche bestehen, verwendet. Durch das Anlegen eines elektrischen Feldes werden
35 in einem nächsten Verfahrensschritt die in der Flüssigkeit enthaltenden Ionen durch die Filterwand des Filterbehälters hindurchgeleitet und bilden an der Elektrodenoberfläche eine

sogenannte Bilayer-Schicht. Danach wird eine Serie von getakteten Spannungsspitzen in diese eine übersättigte Lösung darstellende Bilayer-Schichten eingeleitet, was zum Ausfällen von aus Ionenverbindungen resultierenden mikrokristallinen Strukturen führt. Diese mikrokristallinen Strukturen können danach aus dem Filterbehälter entfernt werden.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

10

So ist es möglich, an die hochkapazitiven Elektroden bzw. Kondensatorelemente entweder ein Gleichspannungs- oder ein Wech-
selspannungsfeld anzulegen. Als Diaphragma- bzw. Filterwand wird vorzugsweise eine die hochkapazitiven Elektroden umgebende geschlossene becherförmige Filterwand mit einer Porengröße verwendet, die weitgehend ein Eindringen von Wasser verhindert, jedoch einen Durchtritt der eine Hydrathülle aufweisenden Ionen ermöglicht.

20 Zum Entfernen der ausgefällten mikrokristallinen Strukturen können geeignete Filtrationsmethoden oder andere Rückhalteverfahren verwendet werden.

Andere gelöste Ionen, die durch das Einleiten der getakteten Spannungsspitzen nicht ausgefällt werden können, können vorzugsweise durch geeignete Depolarisation bzw. Umpolung der Kondensatorelemente bzw. hochkapazitiven Elektroden abgelöst und dem Medium durch Bindung an geeigneten Oberflächen oder durch getaktete Spülvorgänge entzogen werden.

30

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann insbesondere für den großtechnischen Einsatz vorzugsweise modular und mäanderförmig aufgebaut werden, um den Wirkungsgrad zu erhöhen und die Polarisationsumkehr ohne größere elektrische Verluste möglich zu machen.

35

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus nachfolgender Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung.

5 Es zeigt:

Die einzige Figur der Zeichnung eine schematische stark vereinfachte Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur kapazitiven Demineralisierung von Ionen enthaltender
10 Flüssigkeiten.

Die Figur zeigt eine Vorrichtung 1, die bei der dargestellten Ausführungsform einen äußeren Behälter 2 mit einem Zulauf 3 und einem Ablauf 4 für eine in den Innenraum 5 einleitbare Ionen enthaltende Flüssigkeit aufweist.
15

Im Innenraum 5 des Behälters 2 ist ein Filterbehälter 6 angeordnet. Der Filterbehälter 6 weist eine Filter-/Diaphragmawand 7 auf. Der Filterbehälter 6 umschließt einen Behandlungsraum 17, in dem beabstandet zueinander im Beispielsfalle zwei hoch kapazitive Elektroden bzw. Kondensatorelemente vorzugsweise in Form von eine sehr hohe Oberfläche aufweisenden Kondensatorplatten 8, 9 angeordnet sind. Falls nötig, kann auch zwischen den Kondensatorplatten 8, 9 ein Diaphragma angeordnet
20 sein.
25

Die Kondensatorplatten 8, 9 sind mit einer ersten Spannungsquelle 10 elektrisch verbunden.

30 Der Behälter 2 weist ferner einen drucklosen Ablauf 11 auf, durch den auf geeignete Art und Weise, beispielsweise durch entsprechende Differenzdruckverhältnisse, ausgefällte mikrokristalline Strukturen aus dem Behandlungsraum 17 entfernt werden können.

35

Die Figur verdeutlicht ferner eine Erzeugungseinrichtung 12 für das Einleiten von Spannungsspitzen in den Raum zwischen den Kondensatorplatten 8, 9. Diese Erzeugungseinrichtung 12

weist eine Spannungsquelle 13 und im Beispielsfalle eine Spule 14 auf, die bei der in der Figur dargestellten Ausführungsform um die Kondensatorplatten 8, 9 herum angeordnet ist. Alternativ ist es auch möglich, zwischen die Kondensatorplatten 8, 9 einen Kern mit einer um diesen herumgewickelten Spule einzubringen. Schließlich ist es ferner möglich, durch geeignete steuerungstechnische Einrichtungen, die Kondensatorplatten 8, 9 mittelbar zur Erzeugung und Einleitung von Spannungsspitzen zu benutzen. Grundsätzlich sind auch mehrere Spulen und Kerne möglich.

Soll mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 eine Ionen enthaltende Flüssigkeit behandelt werden, wird zunächst die Flüssigkeit bzw. das flüssige Medium über den Zulauf 3 in den Innenraum 5 des Behälters 2 eingeleitet. Nach dem Anlegen einer Spannung aus der Spannungsquelle 10 an die Kondensatorplatten 8 und 9 erfolgt eine Wanderung von Ionen durch die Diaphragmawand 7, was zur Bildung zweier Bilayer-Schichten 15, 16 auf den Kondensatorplatten 8, 9 führt. Nach dem Anlegen einer Spannung U_2 und dem entsprechenden Einleiten getakteter Spannungsspitzen über die Spule 14 in die lokal übersättigte Lösungen bildenden Bilayer-Schichten 15, 16 fallen mikrokristalline Strukturen aus, welche mittels spezieller Vorrichtungen, wie beispielsweise Filtrationsvorrichtungen, über den drucklosen Ablauf 11 der Vorrichtung 1 entzogen werden können. Nicht ausfällbare Ionen können dem Behälter durch Spülvorgänge oder durch Bindung an geeigneten Oberflächen entzogen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kapazitiven Demineralisierung von Ionen ent-
5 haltenden Flüssigkeiten mit folgenden Verfahrensschritten:
- Einleiten der Flüssigkeit in einen Behälter (2);
 - Durchleiten von Ionen durch eine Filterwand (7)
10 durch Anlegen eines elektrischen Feldes an hochkapazi-
tive Kondensatorelemente (8, 9) innerhalb der Filter-
wand (7);
 - Einleiten von getakteten Spannungsspitzen in die
15 sich auf den Kondensatorelementen (8, 9) bildende über-
sättigte Lösung zum Ausfallen von aus Ionenverbindungen
resultierenden mikrokristallinen Strukturen; und
 - Entfernen der mikrokristallinen Strukturen.
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein
Gleichspannungsfeld oder Wechselspannungsfeld angelegt
wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
daß durch Depolarisierung bzw. Umpolung der Kondensato-
relemente in der übersättigten Lösung vorhandene andere
hochlösliche Ionen von den Kondensatorelementen (8, 9) ab-
gelöst und entfernt werden.
- 30 4. Vorrichtung (1) zur kapazitiven Demineralisierung von Io-
nen enthaltenden Flüssigkeiten;
- mit einem Behälter (2), der einen Innenraum (5) zur
35 Aufnahme der Flüssigkeit aufweist;

- mit einem im Innenraum (5) angeordneten Filterbehälter (6), der eine Filter-/Diaphragmawand (7) aufweist;
- 5
- mit einer Kondensatorelementanordnung (8, 9) innerhalb des Filterbehälters (6); und
 - mit einer Erzeugungseinrichtung (12) für in einen Behandlungsraum (17) des Filterbehälters (6) einleitbare Spannungsspitzen.
- 10
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatorelementanordnung zwei beabstandete hochkapazitive Kondensatorplatten (8, 9) aufweist, die mit einer Wechselfeld- oder Gleichspannungsfelderzeugungseinrichtung (10) verbunden sind.
- 15
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugungseinrichtung (12) eine separate Spannungsquelle (13) aufweist, die mit einer Spule (14) zum Eintrag von Spannungsspitzen verbunden ist.
- 20
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (14) um die Kondensatorplatten (8, 9) herum angeordnet ist.
- 25
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (14) zwischen den Kondensatorplatten (8, 9) angeordnet ist.
- 30
9. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsquelle (13) der Erzeugungseinrichtung für Spannungsspitzen mit den Kondensatorplatten (8, 9) verbunden ist.

