

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50477/2018 (51) Int. Cl.: **B01J 39/00** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 13.06.2018 **B01J 39/16** (2017.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2019 **B01J 39/18** (2017.01)

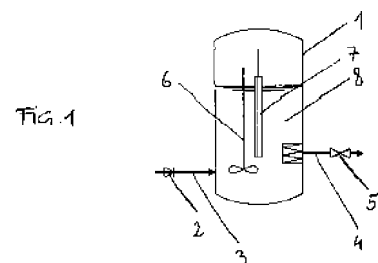
(56) Entgegenhaltungen:  
EP 1964608 A1  
DE102004006116 A1 (BAYER)  
DE 60026160 T2

(71) Patentanmelder:  
WCR Technologie GmbH  
42781 Haan (DE)

(74) Vertreter:  
Torggler Paul Mag. Dr.  
6020 Innsbruck (AT)

(54) **Verfahren zum Herstellen eines Ionenaustauschermaterials**

(57) Verfahren zum Herstellen eines Ionenaustauschermaterials zum Behandeln von Lösungen, insbesondere Trinkwasser, wobei das Ionenaustauschermaterial während des Herstellungsverfahrens mit Ultraschall beschallt wird.



## Zusammenfassung

Verfahren zum Herstellen eines Ionenaustauschermaterials zum Behandeln von Lösungen, insbesondere Trinkwasser, wobei das Ionenaustauschermaterial während des Herstellungsverfahrens mit Ultraschall beschallt wird.

(Fig. 1)

Die Erfindungen betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Ionenaustauschermaterials zum Behandeln von Lösungen, insbesondere Trinkwasser. Weiters betrifft die Erfindung die Verwendung eines erfindungsgemäß hergestellten Ionenaustauschermaterials.

Ionenaustauschermaterialien, vielseitig technische Anwendungen, kommen insbesondere in der Aufbereitung von Wasser, vor allem auch zur Aufbereitung von Trinkwasser, zur Anwendung.

Beispiele für katalytisch wirkende Ionenaustauschermaterial sind in der europäischen Patentschrift EP 1 363 858 B1 und in der europäischen Patentschrift EP 0 957 066 B1 beschrieben.

Zur Herstellung eines solchen katalytisch wirksamen Ionenaustauschermaterials kann beispielsweise ein schwachsaures Ionenaustauschermaterials von der H-Form in die Ca-Form gebracht werden, indem man das zunächst in der H-Form vorliegende Ionenaustauschermaterial mit einer wässrigen gesättigten Calciumhydroxid  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Lösung in Kontakt bringt, wobei die Calciumhydroxid-Lösung mit noch ungelöstem Calciumhydroxid in Kontakt steht. Das ungelöste Calciumhydroxid stellt sicher, dass durch Nachlösen immer eine gesättigte Lösung vorhanden ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, die bisher bekannten Herstellungsverfahren für Ionenaustauschermaterialie sichtlich Wasser- und Energieeffizienz, Produktionszeit verfahrenstechnisch zu verbessern und auch die Produktqualität der hergestellten Ionenaustauschermaterialie zu optimieren.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Einsatz von Ultraschall in Zusammenhang mit Ionenaustauschermaterialien für Reinigungszwecke ist zwar bereits bekannt (US3849196A), allerdings handelt es sich dabei nicht um den Einsatz von Ultraschall beim Herstellungsverfahren vor dem eigentlichen Ersteinsatz in der zu behandelnden Lösung dem zu behandelnden

Trinkwassers, sondern eine bloße Reinigung von Ionenaustauschermaterialien nach längerem Betrieb und Einsatz.

Im Gegensatz dazu wird der Ultraschall bei der Erfindung während des Herstellungsverfahrens eingesetzt. So gibt es im Wesentlichen zwei große Gruppen von Einsatzmöglichkeiten.

Die erste Gruppe besteht darin, während des Herstellungsverfahrens durch den Einsatz von Ultraschall physikalisch – chemische Vorgänge (Reaktions-Verfahrensschritt) zu beschleunigen und zu verbessern.

Beispielsweise kann das bekannte Verfahren eingesetzt werden, bei dem ein schwachsaures Ionenaustauschermaterial ähnlich wie in der EP 1 098 706 B1 von der H-Form in die Ca-Form umgewandelt wird. Durch zusätzliche Beaufschlagung mit Ultraschall kann die Prozessdauer verkürzt und die Beladung des Ionenaustauschermaterials mit Calciumionen verbessert werden.

Die zweite große Gruppe von Anwendungsmöglichkeiten von Ultraschall während dem Herstellungsverfahren des Ionenaustauschermaterials, also vor dessen erstem Einsatz zum Behandeln einer Lösung, insbesondere Trinkwasser, steht in der Unterstützung von Reinigungs- oder Spülprozessen in einem Spül-Verfahrensschritt. Während des Herstellungsverfahrens können mehrere solche Spül-Verfahrensschritte eingesetzt werden, und zwar nicht nur hintereinander gleichartige Spülprozesse, um das Spülergebnis zu verbessern, sondern auch an verschiedenen Stellen des Herstellungsverfahrens. Beispielsweise ist es möglich, einem in der H-Form angelieferten granulatformigen Ionenaustauschermaterials bevor dessen Umwandlung in die Ca-Form in einen Reaktions-Verfahrensschritt in Kontakt bringen mit einer Calciumhydroxid-Lösung folgt, das makroporöse schwachsaure Ionenaustauschermaterial spülen und während des Spülens mit Ultraschall zu beaufschlagen. Dabei ist vorzugsweise vorgesehen ist, dass der Ultraschall über die Spülflüssigkeit auf das Ionenaustauschermaterial übertragen wird.

Herstellungsbedingte Verschmutzungen in den Poren des granulatformigen Ionenaustauschermaterials in der H-Form können somit nun vor der Führung

desselben in die Ca-Form entfernt werden. Das ist vorteilhaft für den anschließenden Beladungsprozess im Reaktions-Verfahrensschritt. Andererseits können auch versteckte Verschmutzungen aus den Poren gelöst und nach Ablassen der Spülflüssigkeit entfernt werden. Unterstützt werden kann ein solcher Spielprozess nicht nur durch Ultraschall sondern auch durch Temperaturänderungen, sodass auch tief in den Poren oder Hohlräumen sitzende Verschmutzungen wirksam entfernt werden können.

Nach einem Reaktions-Verfahrensschritt, der das Rohgranulat in der H-Form mit Calciumionen beladen wird (beispielsweise durch in Kontakt bringen mit einer Calciumhydroxid-Lösung kann ebenfalls der Ultraschall in einem weiteren Spül-Verfahrensschritt eingesetzt werden, um Verschmutzungen und Reste der Beladungslösung wirksam zu entfernen, dabei können beispielsweise ausgefällte  $\text{Ca}(\text{CO})_3$  und  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Kristalle von der Oberfläche und auch tieferen Poren des Ionenaustauschermaterials (Granulats) gelöst werden. Das somit hergestellte Granulat ist dann bestens für den Einsatz in Trinkwasser geeignet, beispielsweise um dort die katalytische Fällung der Inhaltsstoffe aus der Lösung zu bewirken, insbesondere die Bildung von Kalkkristallkeimen im Wasser zu forcieren.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, den Ultraschall für beide oben dargestellten großen Gruppen, in einem im Reaktions-Verfahrensschritt und/oder in einem Spül-Verfahrensschritt einzusetzen. Das kann alternativ erfolgen oder es kann in einem Herstellungsverfahren der Einsatz von Ultraschall sowohl bei einem Reaktions-Verfahrensschritt als auch bei einem Spül-Verfahrensschritt – gegebenenfalls auch mehrmals - zum Einsatz kommen.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung näher erläutert.

Die Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Behälters zur Durchführung einer Ausführungsform zum erfindungsgemäßen Verfahren.

Die Figur 2 und die Figur 3 zeigen ähnliche Darstellungen eines solchen Behälters mit unterschiedlichen Konstruktionen zur Erzeugung des auf das Ionenaustauschermaterial einwirkenden Ultraschalls.

Die Figuren 4a bis 4e zeigen in einem schematischen Flussdiagramm ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Herstellen eines Ionenaustauschermaterials, später zum Behandeln von Lösungen, insbesondere Trinkwasser, zum Einsatz kommen kann.

Die Figur 5 zeigt eine Einrichtung für ein Verfahren, bei dem strömendes Ionenaustauschermaterial mit Ultraschall behandelt wird.

Der in der Figur 1 dargestellte Behälter weist einen mit einem Zulaufventil ausgestatteten Zulauf 3 auf. Der Ablauf 4 ist mit einem Ablaufventil 5 ausgestattet.

Im Behälter befindet sich ein schematisch dargestellter Rührer 6 sowie ein – bei diesem Ausführungsbeispiel zentral angeordneter – Ultraschallgeber 7; der beispielsweise hierzu elektrisch arbeiten kann. Der Ultraschallgeber 7 taucht in eine Flüssigkeit 8 ein, in der sich das granulatförmige Ionenaustauschermaterial befindet. Das Ionenaustauschermaterial kann zusammen mit der Flüssigkeit über die Zulaufleitung 3 zugeführt werden. Es ist aber auch möglich, dass dafür eine gesonderte – nicht dargestellte – Einfüllöffnung vorgesehen ist. Ebenso kann der Ablauf bzw. die Entnahme des Ionenaustauschermaterials eine gesonderte, nicht dargestellte Öffnung erfolgen nachdem die Flüssigkeit über die Ablaufleitung 4 abgelassen worden ist. Ein geeigneter detaillierter Aufbau kann beispielsweise der EP 1 098 706 B1 entnommen werden. Im vorgelegten Fall geht es primär aber nicht um die Füllung und Entnahme des Ionenaustauschermaterials, sondern um die Behandlung desselben, insbesondere mit dem erfindungsgemäßen Einsatz von Ultraschall.

Dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist – wie bereits erwähnt – der Ultraschallgeber zentral in der Flüssigkeit 8 eingetaucht, sodass der erzeugte Ultraschall das Granulat/Wasser-Gemisch (Mischung aus Ionenaustauschermaterial und Flüssigkeit) vollständig durchdringen kann.

Alternative Konstruktionen sind in den Figuren 2 und 3 dargestellt. Bei der in Figur 2 dargestellten Variante sind die Ultraschallgeber 7 an den Innenwänden des Behälters 1 so platziert, dass das Granulat/Wasser-Gemisch vollständig vom Ultraschall durchdrungen werden kann.

Bei der in Figur 3 dargestellten Variante werden die Ultraschallgeber 7 an der Außenwand des Behälters 1 angebracht und bilden dabei eine Ultraschallwanne, d.h. über die Behälterwände wird der Ultraschall an die darin befindliche Flüssigkeit (insbesondere Wasser) übertragen, welche ihrerseits den Ultraschall an das Ionenaustauschermaterial weiterleitet und damit auf dieses einwirkt. Dieses Einwirken von Ultraschall auf das Ionenaustauschermaterial hat nicht nur reinigende Wirkung, sondern auch reaktionsbeschleunigende und reaktionsverbessernde Wirkung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem sowohl ein ultraschallunterstützter Reaktions-Verfahrensschritt, als auch ultraschallunterstützte Spül-Verfahrensschritte vorkommen, wird nun anhand der Figuren 4a bis 4e näher beschrieben.

Ausgangspunkt des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens ist in einem vorhergehenden Prozessschritt (hier nicht näher beschrieben) hergestelltes Ionenaustauschermaterial in Granulatform auf Polyacrylatbasis, das schwachsaure ist und in der H-Form vorliegt. Der vorangegangene Herstellungsprozess dieses Ionenaustauschermaterials (Rohgranulat) kann in derselben Produktionsstätte erfolgen wie das weitere Verfahren. Das Rohgranulat kann aber auch von Dritten zugekauft werden.

Für den Einsatz von einem schwachsauren Ionenaustauschermaterial in der Trinkwasseraufbereitung, bei der eine katalytische Fällung von Inhaltsstoffen vorkommt, hat sich ein makroporöses Ionenaustauschermaterial vorteilhaft erwiesen, bei dem

- die Porenoberfläche zwischen 0,5 und 20 m<sup>2</sup>/g liegt,
- der Porenradius zwischen 0,005 und 0,5 Mikrometer liegt und/oder
- das Porenvolumen zwischen 3 und 200mm<sup>3</sup>/g liegt.

Die Korngrößenverteilung des im wesentlichen kugelförmigen Rohgranulats ist derart, dass über 80 Gewichtsprozent der Granulatkörner Durchmesser zwischen 10nm und 3mm, vorzugsweise zwischen 0,4mm und 1,6mm aufweisen.

Es hat sich gezeigt, dass diese Dimensionierungen für den späteren Einsatz, vor allem in Trinkwasseranlagen, günstig ist.

Hat man ein Ionenaustauschermaterial verwendet, das an seiner Oberfläche funktionelle Gruppen aufweist, die mit Gegenionen beladen sind oder Komplexe bilden, auch vorzugsweise mit Kationen und besonders vorzugsweise mit Calcium oder Kupfer, kann man beim späteren Einsatz eine katalytische Fällung, insbesondere Kalkkristallkeimbildung, im Wasser erzielen, wie sie ausführlich in der EP 0 957 066 B1 beschrieben ist. Zu diesem Zweck ist es auch günstig, wenn die funktionellen Gruppen Carboxylatgruppen ( $\text{COO}^-$ ) sind, die die Gegenionen tragen. Ausgehend von diesem in seiner chemischen Oberflächenstruktur optimierten Ionenaustauschermaterial (Rohgranulat) wird nun im Verfahrensschritt 4b das erste Mal Ultraschall eingesetzt, und zwar in einem Spül-Verfahrensschritt, bei dem herstellungsbedingte Verschmutzungen aus dem Rohgranulat bzw. dessen Poren und Oberflächen wirksam entfernt werden können. Das Rohgranulat befindet sich dabei in Spülwasser, das beispielsweise in einem der Behälter der Figuren 1 bis 3 eingefüllt ist und mit Ultraschall beauftragt wird. Die Beschallung von Ultraschall auf das Rohgranulat erfolgt also indirekt durch Übertragung über die Lösung bzw. die Spülflüssigkeit (insbesondere Wasser).

Dieser Prozessschritt kann auch bei einer erhöhten Temperatur, beispielsweise in der Größenordnung von 80°C durchgeführt werden, um die Effizienz der Reinigung zu erhöhen. Dabei kann ein Temperaturprofil abgefahren werden (Heizelement im Behälter nicht dargestellt).

Damit ist das Ionenaustauschermaterial am Ende vom Spül-Verfahrensschritt gemäß Figur 4b ideal vorbereitet, um nun von der H-Form in die Ca-Form überführt zu werden. Dieser Verfahrensschritt ist in Figur 4c gezeigt. Im Wesentlichen eignet sich dabei Verfahren wie es in der EP 1 098 706 B1 im Detail beschrieben ist, aber auch andere Verfahren sind durchaus denkbar. Hier hat sich gezeigt, dass die

Reaktionszeit der Beladung mit Calciumionen verkürzt werden kann, wenn man die Calciumhydroxid –Lösung und das darin befindliche Ionenaustauschermaterial mit Ultraschall beaufschlagt. Dazu eignen sich wiederum Einrichtungen gemäß den Figuren 1 bis 3, wobei nach dem Verfahrensschritt gemäß Figur 4b das mit Verunreinigungen behaftete Spülwasser abgelassen worden ist und anschließend die Calciumhydroxid- Lösung (Kalkmilch) eingefüllt worden ist.

Das Bevorzugte ist eine Variante der Erfindung, bei der ein Bodensatz aus noch ungelöstem Calciumhydroxid vorgesehen ist, wobei ständig ein Rühren erfolgt (auf Rührer 6). Durch den Rührer 6 einerseits und die Beaufschlagung mit Ultraschall andererseits wird nicht nur die Verfahrensdauer verkürzt, sondern auch der Beladungsgrad erhöht, sodass eine nahezu vollständige Beladung des Ionenaustauschermaterials mit Calciumionen erzielt werden kann. Bei diesem Verfahrensschritt gemäß Figur 4c dient der Einsatz von Ultraschall also nicht zu Reinigungszwecken sondern zur Erhöhung und Optimierung einer chemischen Reaktion. Auch hier ist es die Überführung in die Ca-Form in Kontakt bringen mit einer Calciumhydroxid-Lösung. In einem solchen Reaktions-Verfahrensschritt wird allgemein ein chemischer Stoff oder ein Stoffgemisch mit dem Ionenaustauschermaterial in Kontakt gebracht, das damit reagiert. Durch gleichzeitigen Einsatz von Ultraschall kann diese Reaktion verbessert werden, einerseits im Hinblick auf die verkürzte Reaktionszeit und andererseits in Hinblick auf das Reaktionsergebnis.

Nach dem Reaktions-Verfahrensschritt gemäß Figur 4c kann ein weiterer Spül-Verfahrensschritt eingesetzt werden, wobei wiederum Ultraschall für eine verbesserte Reinigung zum Einsatz kommt. Das kann, mit Figuren 4d und 4e gezeigt, hintereinander erfolgen, beispielsweise zuerst der Einsatz von Ultraschall und dann das anschließende Durchspülen. Es ist aber auch möglich, dass Ultraschall und Spülung gleichzeitig appliziert werden, wie dies beispielsweise in Figur 4b angedeutet ist. Überhaupt muss der Ultraschall nicht ständig eingeschaltet sein, es kann auch sein, dass der Ultraschall intermittierend eingeschaltet ist.

Die Frequenzen des Ultraschalls  $\nu$  liegen günstigerweise zwischen 15kHz und 400kHz. Bevorzugt ist ein Frequenzbereich zwischen 20kHz und 50kHz, ganz

besonders zwischen 20kHz und 40kHz. Bei dem Verfahrensschritt gemäß den Figuren 4d und 4e (ultraschallunterstützter Spül-Verfahrensschritt) werden produktionsbedingte Reste von Chemikalien, beispielsweise von Calciumhydroxid, wirksam aus den Poren des Granulates entfernt und stören dann beim anschließenden Einsatz, insbesondere im Trinkwasserbereich, nicht.

Somit ist es dann möglich, dass ultraschallunterstützte hergestellte reine Ionenaustauschermaterial auch im Trinkwasser einzusetzen, beispielsweise zur katalytischen Fällung von Inhaltsstoffen, insbesondere zur Kalkkristallkeimbildung.

Figur 5 zeigt eine Alternative: Das Ionenaustauschermaterial wird über den Zulauf 3 in den Reaktor (Behälter 1) geführt und dort mit dem Waschmedium (Wasser) vermengt (Rühren mit Rührer 6). Um den Waschprozess zu verbessern und zu beschleunigen wird das Ionenaustauscher-Granulat/Wasser-Gemisch aus dem Reaktor über eine Rohrleitung 9 zurück in den Reaktor geführt (Kreislauf, Durchfluss). Die Umwälzpumpe ist nicht dargestellt. Dabei wird das Gemisch von innenliegenden oder auch außen am Rohr 9 angebrachten Ultraschallprozessoren 7 beschallt. Die Ultraschallbehandlung mittels Durchfluss kann auch auf die nachfolgende Beladung sowie die Endreinigung des beladenen Ionenaustauschermaterials eingesetzt werden.

Es können auch andere Ionenaustauschermaterialien eingesetzt werden, beispielsweise: Chelatbildende Ionenaustauschermaterialien binden hoch-selektiv Kationen aus Wässern. Kationen (häufig Schwermetalle im Trink- bzw. Prozesswasser) werden vom Ionenaustauschermaterial mittels Komplexbildung gebunden und so zurückgehalten. Je nach Ionenaustauschermaterial können so gezielt unterschiedliche Kationen aus Wässern entfernt bzw. rückgewonnen werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Einsatz von Ultraschall in einem Reaktions-Verfahrensschritt diesen Prozess unterstützt, insbesondere das Beladen mit einem Kation, wobei gleichzeitig das Granulat gereinigt wird. Beispielsweise können die Feststoffanteile in der Kalkmilch (Calciumhydroxid-Lösung) besser dispergiert, desagglomeriert und/oder homogenisiert werden.

Damit können die  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Moleküle tiefer in die Poren des makroporösen Ionenaustauschermaterials (Granulat) eindringen. Auch tiefliegende funktionelle Gruppen (Carboxylgruppen) an der Oberfläche (im Inneren der Poren) können erreicht und erfolgreicher mit Kationen (beispielsweise Calcium) beladen werden.

Vor diesem Reaktions-Verfahrensschritt ist es günstig, das Rohgranulat des Ionenaustauschermaterials vorzureinigen. Durch die ultraschallunterstützte Reinigung können nach dem Reaktions-Verfahrensschritt auch tief in den Poren und Hohlräumen sitzende Verschmutzungen, insbesondere prozessbedingte Verschmutzungen und Reste der Lösung (Kalkmilch) entfernt werden.

Damit ist es insgesamt möglich, das Herstellungsverfahren zu verkürzen und den Einsatz von Ressourcen, beispielsweise Spülwasser, herabzusetzen. Außerdem ist das Ergebnis des Herstellungsverfahrens besser, weil der Einsatz von Ultraschall im Reaktions-Verfahrensschritt eine verbesserte chemische Reaktion, beispielsweise eine verbesserte Überführung von der H-Form in die Ca-Form erlaubt. Der Beladungszustand des Ionenaustauschermaterials mit Calciumionen ist dann im letztgenannten Fall höher als ohne den Einsatz von Ultraschall.

Innsbruck, am 13. Juni 20018

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Ionenaustauschermaterials zum Behandeln von Lösungen, insbesondere Trinkwasser, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial während des Herstellungsverfahrens mit Ultraschall beschallt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial ein schwachsaures Ionenaustauschermaterial ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial in Granulatform verwendet wird, vorzugsweise auf Polyacrylatbasis.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Korngrößenverteilung des im wesentlichen kugelförmigen Granulat derart ist, dass über 80 Gewichtsprozent der Granulatkörner Durchmesser zwischen 10nm und 3mm, vorzugsweise zwischen 0,4mm und 1,6mm aufweisen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass makroporöse Ionenaustauschermaterialien verwendet werden, wobei vorzugsweise
  - die Porenoberfläche zwischen 0,5 und 20 m<sup>2</sup>/g liegt
  - der Porenradius zwischen 0,005 und 0,5 Mikrometer liegt und/oder
  - das Porenvolumen zwischen 3 und 200mm<sup>3</sup>/g liegt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ionenaustauschermaterial verwendet wird, das an seiner Oberfläche funktionelle Gruppen aufweist, die mit Gegenionen beladen werden oder Komplexe bilden, vorzugsweise mit Kationen und besonders bevorzugt mit Ca<sup>2+</sup> und/oder Cu<sup>2+</sup>.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die funktionellen Gruppen Carboxylatgruppen (COO<sup>-</sup>) sind, welche die Gegenionen tragen.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial zunächst in der H-Form vorliegt und in einem Verfahrensschritt des Herstellungsverfahrens in die Ca-Form überführt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial mit einer wässrigen gesättigten Calciumhydroxid  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Lösung in Kontakt gebracht wird, wobei die Calciumhydroxid-Lösung vorzugsweise mit noch ungelöstem Calciumhydroxid in Kontakt steht.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das vorzugsweise granulatformige Ionenaustauschermaterial sich während eines Verfahrensschrittes des Herstellungsverfahrens zumindest zeitweise in einer Lösung befindet, die vorzugsweise mittels eines Rührers in Bewegung gehalten wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial zumindest zeitweise auf eine erhöhte Temperatur, vorzugsweise mehr als  $70^\circ\text{C}$ , gebracht wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial während eines Reaktions-Verfahrensschrittes mit zumindest einem chemischen Stoff oder einem Stoffgemisch in Kontakt gebracht wird und damit reagiert.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial im Reaktions-Verfahrensschritt zumindest zeitweise mit Ultraschall beschallt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial in zumindest einem Spül-Verfahrensschritt zum Entfernen von insbesondere herstellungsbedingten Verunreinigungen mit einer Spülflüssigkeit, vorzugsweise Wasser, gespült wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14 und einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Spül-Verfahrensschritt zumindest teilweise zeitlich vor und/oder nach dem Reaktions-Verfahrensschritt liegt.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial in wenigstens einem Spül-Verfahrensschritt zumindest zeitweise mit Ultraschall beschallt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz des Ultraschalls zumindest zeitweise zwischen 15kHz und 400kHz liegt, und vorzugsweise zwischen 20kHz und 50kHz liegt und besonders bevorzugt zwischen 20 kHz und 40 kHz liegt.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial vor, nach und/oder während der Beschallung mit Ultraschall auf einen konstanten Wert oder ein Temperaturprofil temperaturgeregelt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass zum Erzeugen von Ultraschall zumindest ein Ultraschallgeber, vorzugsweise piezoelektrische oder magnetostruktive Wandler, verwendet wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Ionenaustauschermaterial während der Beschallung mit Ultraschall in einem Behälter in einer Flüssigkeit befindet, wobei der Ultraschall über die Flüssigkeit an das Ionenaustauschermaterial übertragen wird.
21. Verfahren nach Anspruch 19 und Anspruch 20 dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Ultraschallgeber im Inneren des Behälters in die Flüssigkeit eintauchend angeordnet wird (Figur 1).
22. Verfahren nach Anspruch 19 und Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Ultraschallgeber an der Innenwand des Behälters angeordnet wird (Figur 2).

23. Verfahren nach Anspruch 19 und 20, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Ultraschallgeber an der Außenwand des Behälters angeordnet wird und dabei eine Ultraschallwanne bildet (Figur 3).
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Ionenaustauschermaterial in einer Leitung geführt wird und dort mit Ultraschall behandelt wird.
25. Verwendung eines Ionenaustauschermaterials hergestellt nach einem Verfahren der Ansprüche 1 bis 24 zum katalytischen Fällen von Inhaltsstoffen aus Lösungen, insbesondere zur Kalkkristallkeimbildung in Wasser.

Innsbruck, am 13. Juni 2018

FIG. 1

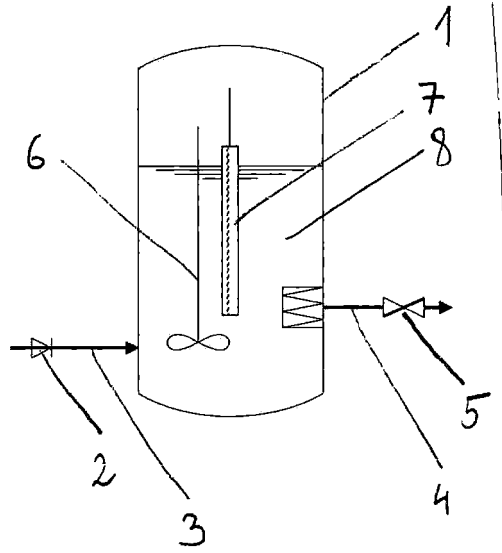


FIG. 2

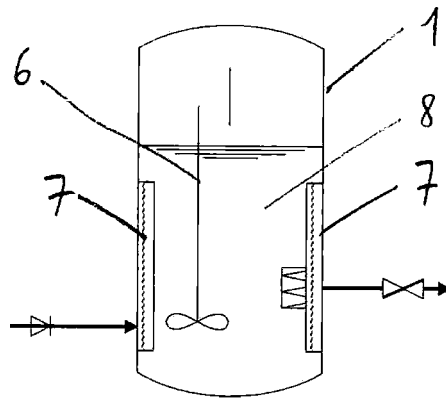
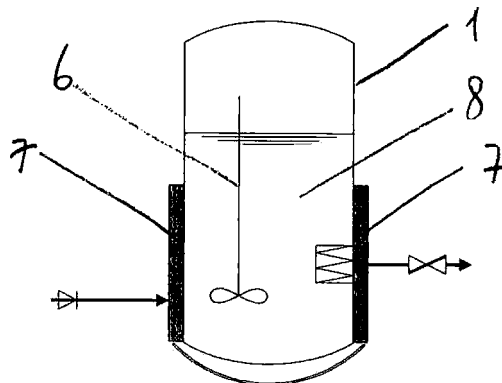


FIG. 3



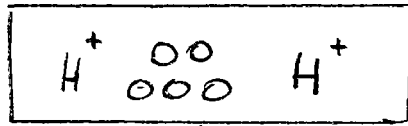


Fig. 4a

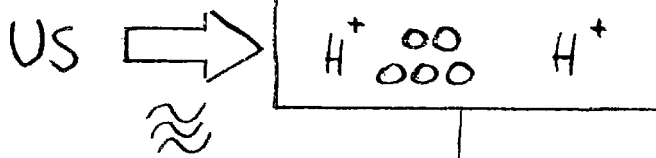


Fig. 4b

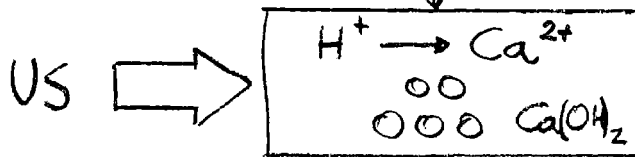


Fig. 4c

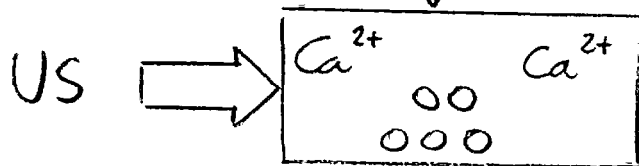


Fig. 4d

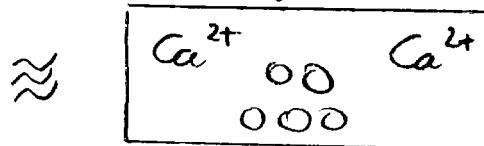
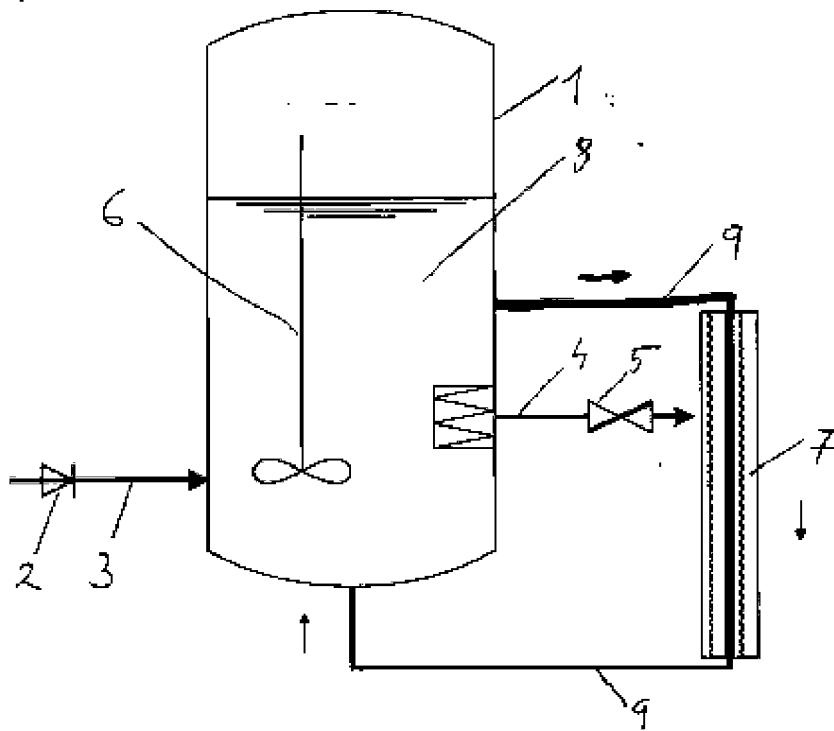


Fig. 4e

FIG. 5



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: B01J 39/00 (2006.01); B01J 39/16 (2017.01); B01J 39/18 (2017.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC: B01J 39/00 (2017.01); B01J 39/16 (2013.01); B01J 39/18 (2017.01)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B01J		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, Depatisnet		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 13.06.2018 eingereichten Ansprüchen 1 - 4, 6 - 11, 14 -20, 24, 25. erstellt.		
Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 1964608 A1 (LANXESS DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 03. September 2008 (03.09.2008)  [0027], [0028], [0036], [0041] - [0043], [0045], [0047] - [0049], [0051], [0076], [0077], [0080], Patentansprüche 1, 3, 4, 7, 11.	1 - 4, 6, 7, 10, 11, 14 - 16
Y	- - - - " - - - - " - - - - " - - - - " - - - -	1, 15 - 20, 24.
X	DE102004006116 A1 (BAYER CHEMICALS AG [DE]) 25. August 2005 (25.08.2005)  [0039], [0041], [0052], [0054], [0061], [0064], Patentansprüche 4, 5 und 7.	1 - 4, 6, 7, 10, 11, 14 - 16
Y	- - - - " - - - - " - - - - " - - - - " - - - -	1, 15 - 20, 24.
Y	DE 60026160 T2 (PROCTER & GAMBLE [US]) 16. November 2006 (16.11.2006) [0001] - [0026], [0052] - [0056], Figuren.	1, 15 - 20, 24.
Datum der Beendigung der Recherche: 24.05.2019		Seite 1 von 1
		Prüfer(in): BAUMSCHABL Franz
*) Kategorien der angeführten Dokumente:		
X	Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
Y	Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.