(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
04. Februar 2021 (04.02.2021)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/018942 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B01J 20/04 (2006.01) *B01J 20/30* (2006.01)
B01J 20/28 (2006.01) *C02F 1/28* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/071354

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2020 (29.07.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 120 629.4
31. Juli 2019 (31.07.2019) DE

(71) Anmelder: **LHOIST RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT S. A** [BE/BE]; Rue Charles Dubois 28, 1342 Ottignies-Louvain-la-Nueve (BE).

(72) Erfinder: **VEDDER, Heidrun**; Lucht 25, 53945 Blankenheim (DE).

(74) Anwalt: **COHAUSZ & FLORACK PATENT- UND RECHTSANWÄLTE PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT MBB**; Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

(54) Title: FILTER MATERIAL FOR WATER TREATMENT

(54) Bezeichnung: FILTERMATERIAL ZUR WASSERAUFBEREITUNG

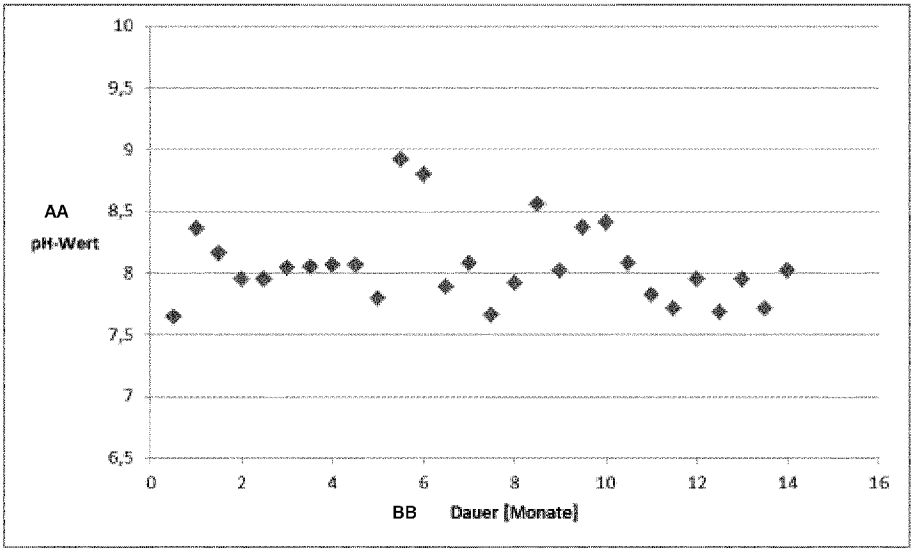


Fig. 1

AA pH value
BB Duration (months)

(57) Abstract: The invention relates to: a first filter material for water treatment comprising a first granulate containing calcium carbonate and a second granulate containing magnesium oxide, the first and the second granulate each independently having a bulk density of 1.00 to 1.40 t/m^3; a second filter material for water treatment comprising 55 to 85 wt.% of a first granulate containing calcium carbonate and 15 to 45 wt.% of a second granulate containing magnesium oxide, in each case in relation to the sum of the quantities of the first and second granulate; a method for manufacturing the filter material; a filter containing the filter material; a use of the filter material for treating water; and a water treatment method.

(57) Zusammenfassung: Ein erstes Filtermaterial zur Wasseraufbereitung umfassend ein erstes Granulat enthaltend Calciumcarbonat,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2021/018942 A1

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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)*

ein zweites Granulat enthaltend Magnesiumoxid, wobei das erste und das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, eine Schüttdichte von 1,00 bis 1,40 t/m^3 aufweisen, ein zweites Filtermaterial zur Wasseraufbereitung umfassend 55 bis 85 Gew.% eines ersten Granulats enthaltend Calciumcarbonat, 15 bis 45 Gew.% eines zweiten Granulats enthaltend Magnesiumoxid, jeweils bezogen auf die Summe der Mengen von erstem und zweitem Granulat, ein Verfahren zur Herstellung des Filtermaterials, ein Filter enthaltend das Filtermaterial, eine Verwendung des Filtermaterials zur Behandlung von Wasser und ein Wasseraufbereitungsverfahren werden beschrieben.

Filtermaterial zur Wasseraufbereitung

Die Erfindung betrifft ein erstes Filtermaterial zur Wasseraufbereitung, ein zweites Filtermaterial zur Wasseraufbereitung, ein Verfahren zur Herstellung des Filtermaterials, einen Filter umfassend ein Filtermaterial, die Verwendung eines Filtermaterials und ein Wasseraufbereitungsverfahren.

Bei der Aufbereitung von Trinkwasser werden Filtermaterialien zur Entsäuerung des Wassers eingesetzt, die üblicherweise mineralische Bestandteile enthalten. Von besonderer Bedeutung sind hierbei Filtermaterialien, die Calciumcarbonat und/oder Magnesiumoxid enthalten. Zu dieser Gruppe von Filtermaterialien gehört auch halbgebrannter Dolomit, der sich beim Brennen von Dolomit bildet.

Halbgebrannter Dolomit besteht größtenteils aus Calciumcarbonat und Magnesiumoxid. Granulate aus halbgebrannten Dolomit weisen besonders gute Entsäuerungseigenschaften bei der Wasseraufbereitung von Trinkwasser auf. Während Granulate auf Basis von Calciumcarbonat für bestimmte Anwendungen bei der Wasseraufbereitung nicht reaktiv genug sind, können Granulate auf Basis von Magnesiumoxid für einige Anwendungen zu reaktiv sein, mit der Folge, dass der pH-Wert des Wassers einen für Trinkwasser akzeptablen Wert übersteigt. Granulate aus halbgebranntem Dolomit hingegen weisen ein hervorragendes Reaktivitätsprofil auf, welches aus der vorteilhaften Wechselwirkung der verschiedenen Bestandteile resultiert.

Zudem erfüllen Filtermaterialien aus halbgebranntem Dolomit auch die hohen Sicherheits- und Qualitätsanforderungen, die bei der Trinkwasseraufbereitung erfüllt werden müssen. Diese Anforderungen sind in der „Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV)“

geregelt. Gemäß der Trinkwasserverordnung sind nur wenige Stoffe für die Entsäuerung und Einstellung des pH-Werts von Trinkwasser zugelassen.

Ein Nachteil von Granulaten aus halbgebranntem Dolomit ist allerdings, dass diese in komplizierten, zeit- und energieaufwendigen Herstellungsprozessen aus Dolomitstein hergestellt werden müssen. Für die Verarbeitung wird gemahlener halbgebrannter Dolomit mit Dolomithydrat gemischt, granuliert und recarbonatisiert. Die Herstellung von Granulaten aus halbgebranntem Dolomit stellt somit ein umfangreiches sowie zeit-, arbeits-, und energieintensives Verfahren dar.

Ein weiterer Nachteil von Granulaten aus halbgebranntem Dolomit besteht darin, dass ein weiteres „fine-tuning" bei der pH-Wert Einstellung des Wassers nicht auf einfachem Weg möglich ist. Das Verhältnis von Magnesiumoxid zu Calciumcarbonat ist im Rohdolomit bereits vorgegeben. Eine weitere Zugabe von Magnesiumoxid und/oder Calciumcarbonat im Herstellungsverfahren des halbgebrannten Dolomits muss genau abgestimmt werden, da auf diese Weise das Granulierverhalten des Materials negativ beeinflusst werden kann.

Andere Filtermaterialien, die Calciumcarbonat und Magnesiumoxid umfassen, sind bereits bekannt. Allerdings weisen diese nicht die hervorragenden Entsäuerungseigenschaften von halbgebranntem Dolomit auf.

Die DE 1 592 133 A1 beschreibt beispielsweise ein körniges Filtermaterial zum Entsäuern von Wasser, welches überwiegend aus Calciumverbindungen besteht, wobei der Kern des Filterkorns im Wesentlichen aus Calciumhydroxid und die Schale im Wesentlichen aus porösem Calciumcarbonat besteht. Der Kern des Filterkorns kann zudem Magnesiumoxid enthalten. Aufgrund des relativ hohen Anteils an Calciumhydroxid weist das körnige Filtermaterial gemäß der DE 1 592 133 A1 ein von dem Reaktivitätsprofil von halbgebranntem Dolomit abweichendes Entsäuerungsverhalten auf.

Folglich gibt es weiterhin einen Bedarf an neuen Filtermaterialien, die ähnlich hervorragende Entsäuerungseigenschaften bei der Trinkwasseraufbereitung aufweisen wie Granulate aus halbgebranntem Dolomit. Zudem müssten solche Filtermaterialien sicherstellen, dass das aufbereitete Wasser den hohen Anforderungen der Trinkwasserverordnung genügt.

Die vorliegende Erfindung stellt sich folglich die Aufgabe, ein Filtermaterial bereitzustellen, welches sich zur Aufbereitung von Trinkwasser eignet. Das Filtermaterial soll ähnliche Entsäuerungseigenschaften aufweisen wie Granulate aus halbgebranntem Dolomit.

Zudem stellt sich die Erfindung zur Aufgabe, ein Filtermaterial bereitzustellen, mit dem Wasser so aufbereitet werden kann, dass es die hohen Qualitätsanforderungen der Trinkwasserverordnung erfüllt. Insbesondere stellt sich die Erfindung zur Aufgabe, ein Filtermaterial bereitzustellen, welches bei der Wasseraufbereitung sicherstellt, dass das Wasser den pH-Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 9,5 nicht übersteigt. Des Weiteren sollte auch das Filtermaterial die Anforderungen an Aufbereitungsstoffe aus der Trinkwasserverordnung erfüllen.

Ferner stellt sich die vorliegende Erfindung zur Aufgabe, ein Filtermaterial bereitzustellen, das auf einfache und kostengünstige Weise hergestellt werden kann.

Schließlich stellt sich die vorliegende Erfindung die Aufgabe, einen Filter bereitzustellen, mit dem eine qualitativ-hochwertige und stabile Wasserentsäuerung über mehrere Monate möglich ist.

Eine oder mehrere dieser Aufgaben werden durch die in Anspruch 1, 10 und 12 beschriebenen Erzeugnisse und durch die in Anspruch 16 beschriebene Verwendung gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben und werden nachfolgend im Einzelnen erläutert.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein erstes Filtermaterial zur Wasseraufbereitung, welches ein erstes Granulat enthaltend Calciumcarbonat und ein zweites Granulat enthaltend Magnesiumoxid umfasst, wobei das erste und das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, eine Schüttdichte von 1,00 bis 1,40 t/m^3 aufweisen.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass sich ein solches Filtermaterial in hervorragender Weise zur Aufbereitung von Wasser, insbesondere von Trinkwasser, eignet. Mit dem erfindungsgemäßen Filtermaterial lässt sich der pH-Wert von Trinkwasser zudem präzise einstellen.

Das Entsäuerungsverhalten des erfindungsgemäßen Filtermaterials kommt dem von Granulaten aus halbgebranntem Dolomit sehr nahe und verhält sich auch über mehrere Wochen bei einer täglichen Laufzeit von knapp 10 Stunden stabil. Mit dem erfindungsgemäßen Filtermaterial wird eine gleichmäßige Entsäuerung des Trinkwassers gewährleistet. Mit dem erfindungsgemäßen Filtermaterial behandeltes Wasser erfüllt die Qualitätsanforderungen der Trinkwasserverordnung und überschreitet den pH-Grenzwert von 9,5 nicht. Das Filtermaterial führt bei der Wasseraufbereitung des Weiteren zu einer Enteisenung und Entmanganung und zu einer Remineralisierung des Trinkwassers, wodurch die Qualität des Trinkwassers weiter verbessert wird.

Ohne an eine bestimmte wissenschaftliche Theorie gebunden sein zu wollen, scheint sich das hervorragende Entsäuerungsverhalten des Filtermaterials auf die Wechselwirkung des ersten und zweiten Granulats zurückführen zu lassen. Dabei verhält sich das erfindungsgemäße Filtermaterial wie Granulate aus halbgebranntem Dolomit, obwohl es Granulate unterschiedlicher Art umfasst. Dieses homogene Entsäuerungsverhalten scheint insbesondere auf die entsprechende Schüttdichte des ersten und zweiten Granulats zurückzuführen zu sein. Weisen sowohl das erste als

auch das zweite Granulat jeweils unabhängig voneinander eine Schüttdichte von 1,00 bis 1,40 t/m³ auf, so ergibt das Filtermaterial eine homogene Mischung beider Granulate, die sich auch über einen längeren Zeitraum unter Einwirkung von Wasser in ihrer Aufteilung nicht wesentlich verändert. Auf diese Weise kommt es zu keiner Entmischung im Filter und das Filtermaterial weist über den gesamten Filter ein stabiles Verhältnis von erstem und zweitem Granulat auf.

Granulate im Sinne der Erfindung umfassen hierbei Körner, wobei jedes Korn ein Agglomerat aus kleineren Partikeln ist. Folglich sind reine Pulver nicht Granulate im Sinne der Erfindung.

Bei einer Schüttdichte von weniger als 1,00 t/m³ für das erste und/oder zweite Granulat sind die Granulate nicht ausreichend stabil, um auch bei dem Einsatz großer Wassermengen in einer industriellen Wasseraufbereitung gleichmäßig abzureagieren. Es kann bei solchen Granulaten zu Ablösungen und Unregelmäßigkeiten kommen. Weist das erste und/oder das zweite Granulat hingegen eine Schüttdichte von mehr als 1,40 t/m³ auf, so bilden die Partikel, aus denen die Körner des Granulats geformt werden, keinen lockeren Verbund miteinander aus, sondern sind zu dicht gepackt, was zu einem instabilen Granulat führt. Auf diese Weise erhaltene Granulate sind nicht ausreichend stabil für Anwendungen in der industriellen Wasseraufbereitung von Trinkwasser und weisen nicht die erforderliche Reaktivität für den Entsäuerungsprozess auf.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Filtermaterials weist das erste und/oder das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, eine Schüttdichte von 1,10 bis 1,38 t/m³, vorzugsweise von 1,15 bis 1,35 t/m³ oder besonders bevorzugt von 1,20 bis 1,32 t/m³, auf. Weist das erste und/oder das zweite Granulat eine solche Schüttdichte auf, lässt sich mit dem Filtermaterial eine besonders konstante pH-Einstellung von Trinkwasser erzielen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist sowohl das erste als auch das zweite Granulat eine Schüttdichte von 1,10 bis 1,38 t/m^3, weiter bevorzugt von 1,15 bis 1,35 t/m^3 oder besonders bevorzugt von 1,20 bis 1,32 t/m^3, auf. Je ähnlicher sich die Schüttdichten des ersten und zweiten Granulats des Filtermaterials sind, desto gleichmäßiger und stabiler ist die Wirkungsweise des Filtermaterials bei der Wasseraufbereitung. Besonders bevorzugt liegt die Schüttdichte des ersten Granulats höchstens 20 %, insbesondere höchstens 10 % oder höchstens 5 % über oder unter der Schüttdichte des zweiten Granulats, bezogen auf den Wert der Schüttdichte des ersten und zweiten Granulats in t/m^3. Das bedeutet, dass beispielsweise bei einer Abweichung der Schüttdichten des ersten und zweiten Granulats von höchstens 10 % und wobei das zweite Granulat eine Schüttdichte von 1,15 t/m^3 aufweist, das erste Granulat eine Schüttdichte von 1,04 bis 1,26 t/m^3 aufweist.

Dem Fachmann sind Verfahren zur Bestimmung der Schüttdichte bekannt. Insbesondere wird die Bestimmung der Schüttdichte der erfindungsgemäßen Granulate gemäß der Norm DIN EN 12902, Abschnitt 5.2, besonders bevorzugt gemäß DIN EN 12902:2004, Abschnitt 5.2, durchgeführt. Hierbei handelt es sich bei den erfindungsgemäßen Granulaten um körniges Material im Sinne der Tabelle 1 in Abschnitt 5.2.4 der Norm DIN EN 12902:2004.

Das Entsäuerungsverhalten des erfindungsgemäßen Filtermaterials hat sich als besonders effektiv und konstant herausgestellt, wenn das Filtermaterial das erste Granulat in einer Menge von 55 bis 85 Gew.%, vorzugsweise in einer Menge von 60 bis 80 Gew.%, weiter bevorzugt in einer Menge von 62 bis 75 Gew.%, bevorzugter in einer Menge von 65 bis 70 Gew.% oder besonders bevorzugt in einer Menge von 66 bis 68 Gew.%, bezogen auf die Summe der Mengen von erstem und zweitem Granulat, enthält. Enthält das Filtermaterial das erste und zweite Granulat in einem solchen Verhältnis, so entspricht das Entsäuerungsverhalten des erfindungsgemäßen Filtermaterials besonders dem von Granulaten aus halbgebranntem Dolomit. Zudem

weist das Filtermaterial in diesem Fall besonders lange ein stabiles Entsäuerungsverhalten auf.

Besonders gute Ergebnisse bei der Wasseraufbereitung lassen sich erzielen, wenn das erste Granulat des Filtermaterials Calciumcarbonat in einer Menge von mindestens 90 Gew.%, vorzugsweise mindestens 93 Gew.%, bevorzugt mindestens 95 Gew.% oder besonders bevorzugt mindestens 96 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des ersten Granulats, enthält. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das erste Granulat Calciumcarbonat in einer Menge von in etwa 97 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des ersten Granulats. Gemäß einer weiteren Ausführungsform enthält das erste Granulat Calciumcarbonat in einer Menge von mindestens 97 Gew.%, von mindestens 98 Gew.% oder von mindestens 99 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des ersten Granulats. Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfüllt das erste Granulat die Reinheitskriterien für Calciumcarbonat gemäß Norm DIN EN 1018:2013, Abschnitt 5. Bei einem so hohen Anteil an Calciumcarbonat im ersten Granulat wird sichergestellt, dass die Qualität der Wasseraufbereitung über eine Vielzahl an Wasserdurchläufen stabil bleibt. Zudem weist ein Filtermaterial, bei dem das erste Granulat eine solche Menge an Calciumcarbonat enthält, ein besonders hohes Entsäuerungspotential auf. Bei einem ersten Granulat mit den genannten Calciumcarbonat-Anteilen bzw. der genannten Calciumcarbonat-Reinheit weist das aufbereitete Wasser ferner eine besonders geringe Trübung von weniger als 2 NTU, vorzugsweise weniger als 1,5 NTU oder besonders bevorzugt von weniger als 1 NTU, auf.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das zweite Granulat des Filtermaterials Magnesiumoxid in einer Menge von mindestens 80 Gew.%, vorzugsweise von mindestens 85 Gew.% oder besonders bevorzugt von mindestens 90 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des zweiten Granulats. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält das zweite Granulat Magnesiumoxid in einer Menge von mindestens 93 Gew.%, von mindestens 95 Gew.%,

von mindestens 97 Gew.%, von mindestens 98 Gew.% oder von mindestens 99 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des zweiten Granulats. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das zweite Granulat vorzugsweise eine Reinheit an Magnesiumoxid entsprechend den Anforderungen der Norm DIN EN 16004:2012-02, Abschnitt 4 auf. Weist das zweite Granulat einen solchen Anteil an Magnesiumoxid auf, lässt sich der pH-Wert von Wasser besonders effizient einstellen. Zudem lässt sich der pH-Wert des Wassers mit einem solchen Filtermaterial auch besonders genau einstellen. Bei einem zweiten Granulat mit den genannten Magnesiumoxid-Anteilen bzw. der genannten Magnesiumoxid-Reinheit weist das aufbereitete Wasser ferner eine besonders geringe Trübung von weniger als 2 NTU, vorzugsweise weniger als 1,5 NTU oder besonders bevorzugt von weniger als 1 NTU, auf.

Methoden zur Bestimmung der Trübung einer Wasserprobe sind dem Fachmann bekannt. Die Trübung der Wasserprobe kann insbesondere mittels Nephelometrie bestimmt werden. Hierfür kann insbesondere das Verfahren gemäß Norm DIN EN ISO 7027:2000 genutzt werden.

Das erste Granulat kann neben Calciumcarbonat noch weitere Bestandteile enthalten. Hierbei hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn das erste Granulat Magnesiumoxid in einer Menge von höchstens 1 Gew.%, insbesondere von höchstens 0,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des ersten Granulats, aufweist. Enthält das erste Granulat nur diese geringen Mengen an Magnesiumoxid, kann der pH-Wert des behandelten Wassers präzise eingestellt und vorhergesagt werden. Bei deutlich höheren Mengen an Magnesiumoxid (beispielsweise über 10 Gew.%) im ersten Granulat kann es unter Umständen kurzzeitige und/oder kurzfristige Anstiege des pH-Werts geben (Peaks), die bei der Wasserverarbeitung nicht erwünscht sind.

Das erste Granulat enthält gemäß einer Ausführungsform als weitere Bestandteile Magnesiumcarbonat, vorzugsweise von 0,01 bis 2,0 Gew.%, freies Calciumoxid, vorzugsweise von 0,1 bis 2,0 Gew.%, Eisen- und Aluminiumoxid, vorzugsweise

gemeinsam von 0,01 bis 0,5 Gew.%, und/oder Kieselsäure, vorzugsweise von 0,05 bis 0,5 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamttrockengewicht des ersten Granulats. Granulate mit einigen oder allen dieser weiteren Bestandteile sind vergleichsweise günstig und weisen gleichzeitig eine hervorragende Wasseraufbereitungsqualität auf.

Das zweite Granulat kann neben Magnesiumoxid weitere Bestandteile enthalten. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung enthält hierbei das zweite Granulat Calciumcarbonat in einer Menge von höchstens 3 Gew.%, insbesondere höchstens 2 Gew.%, höchstens 1 Gew.% oder höchstens 0,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des zweiten Granulats. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass das zweite Granulat ein hohes Entsäuerungspotential aufweist.

Das zweite Granulat enthält gemäß einer Ausführungsform als weitere Bestandteile freies Calciumoxid, vorzugsweise von 0,1 bis 2,0 Gew.%, Eisen- und Aluminiumoxid, vorzugsweise gemeinsam von 0,1 bis 2,0 Gew.%, und/oder Kieselsäure, vorzugsweise von 0,05 bis 2,0 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamttrockengewicht des zweiten Granulats. Granulate mit einigen oder allen dieser weiteren Bestandteile sind vergleichsweise günstig und weisen gleichzeitig eine hervorragende Wasseraufbereitungsqualität auf.

Soweit nicht anders beschrieben wird der Gehalt bzw. die Reinheit an Calciumcarbonat gemäß DIN 12485, insbesondere gemäß DIN EN 12485:2017-10, bestimmt.

Soweit nicht anders beschrieben wird der Gehalt an Magnesiumoxid in der Trockensubstanz insbesondere gemäß DIN EN 12485, insbesondere gemäß DIN EN 12485:2017-10, Punkt 6.9, bestimmt.

Bei der Bestimmung des Gehalts einer Substanz gemäß einer der in der Norm DIN EN 12485, insbesondere der DIN EN 12485:2017-10, aufgeführten Analyseverfahren, ist zu beachten, dass die Analyseverfahren an Material durchzuführen sind, welches nach

der Bestimmung des Glühverlusts bei 550 °C erhalten wird. Bei dieser Temperatur wird beispielsweise Calciumhydroxid zu Calciumoxid umgewandelt. Ebenso wird bei dieser Temperatur Magnesiumhydroxid zu Magnesiumoxid umgewandelt. Somit wird bei der Bestimmung des Gehalts an Magnesiumoxid in der Trockensubstanz gemäß DIN EN 12485, insbesondere gemäß DIN EN 12485:2017-10, Punkt 6.9, sowohl das in dem Material vor dem Glühverlust enthaltene Magnesiumoxid als auch das Magnesiumhydroxid gleichermaßen als Magnesiumoxid in der Trockensubstanz erfasst. Magnesiumoxid in der Trockensubstanz schließt somit insbesondere in der Probe vor dem Glühverlust enthaltenes Magnesiumoxid und Magnesiumhydroxid ein. Ebenso wird bei der Bestimmung des freien Calciumoxids gemäß DIN EN 12485, insbesondere gemäß DIN EN 12485:2017-10, Punkt 6.8, sowohl das in dem Material vor dem Glühverlust enthaltene Calciumoxid als auch das Calciumhydroxid gleichermaßen als freies Calciumoxid erfasst. Freies Calciumoxid schließt somit insbesondere in der Probe vor dem Glühverlust enthaltenes Calciumoxid und Calciumhydroxid ein.

Grundsätzlich kann das erste und/oder zweite Granulat in ganz unterschiedlichen Formen vorliegen. Beispielsweise kann das erste und/oder zweite Granulat eine Zylinderform, eine Kugelform, eine Linsenform, eine rechteckige Form, eine Würfelform oder eine prismatische Form aufweisen. Ist das erste und das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, ein im Wesentlichen kugelförmiges Granulat, so kann das Filtermaterial besonders gleichmäßig und platzsparend in den Filter eingebracht werden. Zudem erfolgt der Abbau des kugelförmigen Granulats im Zuge des Entsäuerungsprozesses besonders gleichförmig, sodass das Filtermaterial auch nach längerer Wirkungsdauer noch ein gleichmäßiges und stabiles Wasseraufarbeitungsergebnis bereitstellt. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist sowohl das erste als auch das zweite Granulat ein im Wesentlichen kugelförmiges Granulat.

Grundsätzlich kann die Größe des ersten Granulats für das erfindungsgemäße Filtermaterial in einem breiten Bereich liegen. Es hat sich als besonders vorteilhaft

herausgestellt, wenn das erste Granulat eine Korngruppe von 0,01 bis 8 mm, vorzugsweise von 0,1 bis 6 mm, weiter bevorzugt von 0,3 bis 4 oder besonders bevorzugt von 0,5 bis 3,2 mm, mit einem Unterkornanteil von weniger als 10 Gew.%, vorzugsweise maximal 2 Gew.%, und mit einem Überkornanteil von weniger als 10 Gew.%, vorzugsweise maximal 7 Gew.%, aufweist. Weist das erste Granulat eine solche Korngruppe auf, besteht ein optimales Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis für die Aufbereitung von Wasser. Zudem kann das Wasser bei dieser Größe des ersten Granulats gut das Filtermaterial im Filter passieren und gleichzeitig ausreichend mit dem Granulat wechselwirken, um eine vollständige Aufbereitung des Wassers zu gewährleisten.

Die Größe des zweiten Granulats kann innerhalb eines breiten Bereichs ausgewählt werden. Als besonders geeignet für das Filtermaterial hat es sich herausgestellt, wenn das zweite Granulat eine Korngruppe von 0,01 bis 12 mm, vorzugsweise von 0,1 bis 10 mm, weiter bevorzugt von 0,2 bis 5 mm oder besonders bevorzugt von 0,5 bis 2,5 mm, mit einem Unterkornanteil von weniger als 10 Gew.%, vorzugsweise maximal 3 Gew.%, und mit einem Überkornanteil von weniger als 10 Gew.%, vorzugsweise maximal 9 Gew.%, aufweist. Bei dieser Korngruppe stellt sich das Reaktivitätsverhalten des zweiten Granulats gegenüber Wasser als besonders vorteilhaft ein. Zudem kann das Wasser bei dieser Größe des zweiten Granulats gut das Filtermaterial im Filter passieren und gleichzeitig ausreichend mit dem Granulat wechselwirken, damit eine vollständige Aufbereitung des Wassers gewährleistet wird.

Hierbei umfasst eine Korngruppe entsprechend Norm DIN EN 12901:1999 alle Korngrößen zwischen zwei Prüfsiebweiten, wobei die Korngruppe durch diese Prüfsiebweiten mit Größtkorn und Kleinstkorn beschrieben wird. Größtkorn ist hierbei die obere Prüfsiebweite bei der Untersuchung einer Korngrößenverteilung und Kleinstkorn ist die untere Prüfsiebweite bei der Untersuchung der Korngrößenverteilung. Der Überkornanteil entspricht dem Massenanteil in % (m/m) eines Korngemenges, der von dem Prüfsieb mit der größten Siebweite für die jeweilige Korngruppe zurückgehalten wird. Der Unterkornanteil entspricht dem

Massenanteil in % (m/m) eines Korngemenges, der das Prüfsieb mit der kleinsten Siebweite für die jeweilige Korngruppe passiert.

Verfahren zum Messen der Korngruppe sind dem Fachmann bekannt. Die Korngruppe kann insbesondere mittels Siebexperimenten bestimmt werden.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das erfindungsgemäße Filtermaterial eine solche Reaktivität auf, dass ein Rohwasser durch Behandlung mit dem erfindungsgemäßen Filtermaterial innerhalb eines EBCT-Wertes (Empty Bed Contact Time; bei 10 °C) von weniger als 20 Minuten, bevorzugt weniger als 15 Minuten, weiter bevorzugt weniger als 12 Minuten, besonders bevorzugt weniger als 10 Minuten, soweit aufbereitet wird, dass das Wasser anschließend eine Calcitlösekapazität von weniger als 5 mg/l aufweist.

Vorzugsweise weist das Rohwasser, das durch Behandlung mit erfindungsgemäßen Formkörpern behandelt wird, eine Wassertemperatur von etwa 5 bis 15 °C, einen pH Wert von kleiner gleich 7,25, eine Basekapazität bis pH 8,2 ($K_{B\,8,2}$) größer gleich 0,2 mmol/l und eine Säurekapazität bis pH 4,3 ($K_{S\,4,3}$) von größer gleich 0,5 mmol/l auf. Vorzugsweise wird der angegebene EBCT Wert mit einem offenen Filter mit einer Filtermaterialschichtdicke von 1000 bis 2000 mm erreicht. Die Filtergeschwindigkeit beträgt vorteilhafterweise 10 m/h.

Die Calcitlösekapazität wird insbesondere nach der Norm DIN 38404 C 10, bevorzugt nach der Norm DIN 38404-10:2012-12 (Titel: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Physikalische und physikalisch-chemische Stoffkenngrößen (Gruppe C) - Teil 10: Berechnung der Calcitsättigung eines Wassers (C 10)), berechnet.

Der EBCT Wert beschreibt insbesondere ein Maß für die Zeit, die ein zu behandelndes Rohwasser mit dem Behandlungsmedium in einem Behälter in Kontakt ist unter der Annahme, dass das ganze Rohwasser mit derselben Geschwindigkeit durch den

Behälter fließt. Der EBCT Wert kann berechnet werden als der Quotient aus dem Volumen der Teilchen des Behandlungsmediums durch die volumetrische Flussrate.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht das erfindungsgemäße Filtermaterial im Wesentlichen aus dem ersten Granulat enthaltend Calciumcarbonat und dem zweiten Granulat enthaltend Magnesiumoxid. Wenn hier davon die Rede ist, dass das Filtermaterial im Wesentlichen aus dem ersten und dem zweiten Granulat besteht, ist damit gemeint, dass die Menge an erstem und zweitem Granulat zusammen mindestens 95 Gew.%, vorzugsweise mindestens 98 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des Filtermaterials, beträgt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht das erfindungsgemäße Filtermaterial aus dem ersten Granulat enthaltend Calciumcarbonat und dem zweiten Granulat enthaltend Magnesiumoxid.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung besteht das erfindungsgemäße Filtermaterial aus einem ersten Granulat, welches im Wesentlichen aus Calciumcarbonat besteht, und einem zweiten Granulat, welches im Wesentlichen aus Magnesiumoxid besteht. Wenn hier davon die Rede ist, dass das erste Granulat im Wesentlichen aus Calciumcarbonat besteht, ist damit gemeint, dass die Menge an Calciumcarbonat im ersten Granulat mindestens 95 Gew.%, insbesondere mindestens 97 Gew.%, bevorzugter mindestens 98 Gew.% oder besonders bevorzugt mindestens 99 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des ersten Granulats, beträgt. Wenn hier davon die Rede ist, dass das zweite Granulat im Wesentlichen aus Magnesiumoxid besteht, ist damit gemeint, dass die Menge an Magnesiumoxid im zweiten Granulat mindestens 95 Gew.%, insbesondere mindestens 97 Gew.%, bevorzugter mindestens 98 Gew.% oder besonders bevorzugt mindestens 99 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des zweiten Granulats, beträgt. Noch bevorzugter besteht das erste und/oder zweite Granulat aus Calciumcarbonat beziehungsweise Magnesiumoxid.

Die Erfindung betrifft ferner ein zweites Filtermaterial zur Wasseraufbereitung, welches 55 bis 85 Gew.% eines ersten Granulats enthaltend Calciumcarbonat und 15 bis 45 Gew.% eines zweiten Granulats enthaltend Magnesiumoxid, jeweils bezogen auf die Summe der Mengen von erstem und zweitem Granulat, enthält. Dieses zweite Filtermaterial eignet sich hervorragend zur Aufbereitung von Wasser und verhält sich bei der Wasseraufbereitung sehr ähnlich wie Granulate aus halbgebranntem Dolomit.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen das erste und das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, eine Schüttdichte von 1,00 bis 1,40 t/m^3 auf. Bei einer solchen Schüttdichte kommt es beim zweiten Filtermaterial insbesondere zu keinerlei Entmischungseffekten im Filter.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum ersten Granulat Gesagte gilt gleichermaßen auch für das erste Granulat des zweiten erfindungsgemäßen Filtermaterials.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum zweiten Granulat Gesagte gilt gleichermaßen auch für das zweite Granulat des zweiten erfindungsgemäßen Filtermaterials.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Filtermaterials. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Filtermaterials umfasst mindestens die Schritte:

a. Bereitstellen eines ersten Granulats enthaltend Calciumcarbonat und eines zweiten Granulats enthaltend Magnesiumoxid, wobei das erste und das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, eine Schüttdichte von 1,00 bis 1,40 t/m^3 aufweisen;
b. Mischen des ersten und zweiten Granulats zur Herstellung des Filtermaterials.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lässt sich ein homogenes und gut durchmischtes Filtermaterial erhalten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Mischen in Verfahrensschritt b. in einem Mischer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus einem rotierbarer Trommelmischer, einem Trogmischer, einem Tellermischer und einem mechanischen Rührmischer. Mit den genannten Mischern kann ein besonders homogenes Filtermaterial erhalten werden. Als besonders gut geeignet für das Mischen des ersten und zweiten Granulats hat sich hierbei der rotierbare Trommelmischer herausgestellt.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum ersten Granulat Gesagte gilt gleichermaßen auch für das erste Granulat des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung des Filtermaterials.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum zweiten Granulat Gesagte gilt gleichermaßen auch für das zweite Granulat des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung des Filtermaterials.

Die Erfindung betrifft ferner einen Filter enthaltend das erfindungsgemäße Filtermaterial.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Filters umfasst der Filter mindestens eine erste und eine zweite Schicht, wobei die erste Schicht ein Füllmaterial und die zweite Schicht das erfindungsgemäße Filtermaterial umfasst. Auf diese Weise wird eine besonders ökonomische Wasseraufbereitung ermöglicht. Zudem sorgt die Füllmaterialschicht dafür, dass die Filtermaterialschicht besonders stabil ist und nicht aufgewirbelt wird.

Als Füllmaterial können grundsätzlich sämtliche gängigen, dem Fachmann bekannten Füllstoffe eingesetzt werden. Als besonders gut geeignet haben sich hierbei

Füllmaterial ausgewählt aus Stützkies, Sand, Kieselgur, Kieselgel, Molekularsieb, Zeolith, Zellstoff, Zellulosederivate, Kohlenstofffasern, Keramik, Kunstharz, Gesteinsmehl, Glasfaser, Silikate, Glaskugeln und Mischungen davon herausgestellt. Diese Füllmaterialien weisen hervorragende Eigenschaften für den Einsatz in einem Filter zur Aufbereitung von Trinkwasser auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Filters weist das Füllmaterial eine Korngruppe von 0,1 bis 12 mm, vorzugsweise von 0,5 bis 10 mm, weiter bevorzugt von 1 bis 8 mm oder besonders bevorzugt von 2 bis 6 mm, mit einem Unterkornanteil von weniger als 15 Gew.%, vorzugsweise von maximal 10 Gew.%, und einem Überkornanteil von weniger als 15 Gew.%, vorzugsweise von maximal 10 Gew.%, auf. Füllmaterialien mit einer solchen Korngruppe haben sich als besonders gut geeignete Materialien für den Einsatz in Filtern zur Trinkwasseraufbereitung herausgestellt. Bei einer solchen Korngruppe kann das Wasser gleichmäßig und konstant durch das Füllmaterial durchfließen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Filter einen Durchmesser von 100 bis 3500 mm und/oder eine Höhe von 500 bis 10000 mm auf. Als besonders gut geeignet für die Wasseraufbereitung hat sich hierbei ein Filter mit einem Durchmesser von 200 bis 2000 mm herausgestellt. Eine besonders bevorzugte Höhe des Filters beträgt 2000 bis 4000 mm. Bei diesen Ausmaßen ist der Filter besonders gut geeignet für die Trinkwasseraufbereitung und kann eine zeit- und kostengünstige Wasseraufbereitung sicherstellen.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum ersten Granulat Gesagte gilt gleichermaßen auch für das erste Granulat des Filtermaterials enthalten im erfindungsgemäßen Filter.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum zweiten Granulat Gesagte gilt gleichermaßen auch für das zweite Granulat des Filtermaterials enthalten im erfindungsgemäßen Filter.

Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung des erfindungsgemäßen Filtermaterials zur Behandlung von Wasser, vorzugsweise zur Entsäuerung und/oder Remineralisierung von Wasser. Besonders bevorzugt ist hierbei die Verwendung des erfindungsgemäßen Filtermaterials zur Entsäuerung und/oder Remineralisierung von Trinkwasser.

Zudem betrifft die Erfindung die Verwendung des erfindungsgemäßen Filters zur Behandlung von Wasser, vorzugsweise zur Entsäuerung und/oder Remineralisierung von Wasser. Besonders bevorzugt ist hierbei die Verwendung des erfindungsgemäßen Filters zur Entsäuerung und/oder Remineralisierung von Trinkwasser.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum ersten Granulat Gesagte gilt gleichermaßen auch für das erste Granulat des Filtermaterials der erfindungsgemäßen Verwendungen.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum zweiten Granulat Gesagte gilt gleichermaßen auch für das zweite Granulat des Filtermaterials der erfindungsgemäßen Verwendungen.

Ferner betrifft die Erfindung ein Wasseraufbereitungsverfahren, insbesondere zur Trinkwasseraufbereitung, mindestens umfassend die Schritte

a. Bereitstellen eines Filters enthaltend ein Filtermaterial, welches ein erstes Granulat enthaltend Calciumcarbonat und ein zweites Granulat enthaltend Magnesiumoxid umfasst, wobei das erste und das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, eine Schüttdichte von 1,00 bis 1,40 t/m^3 aufweisen,
b. Einführen von Wasser in den Filter,
c. In Kontakt bringen des eingeführten Wassers mit dem Filtermaterial,
d. Ausführen des zuvor mit dem Filtermaterial in Kontakt gebrachten Wassers aus dem Filter.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungsverfahrens wird das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 30 m/h, vorzugsweise von 8 bis 20 m/h oder besonders bevorzugt von 10 bis 15 m/h, durch den Filter gebracht. Auf diese Weise kann ein besonders effizientes Wasseraufbereitungsverfahren gefahren werden, das aufbereitetes Wasser mit einer hervorragenden Qualität bereitstellt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform beträgt die Kontaktzeit des Wassers mit dem Filtermaterial in Verfahrensschritt c. von 1 bis 30 min, vorzugsweise von 5 bis 15 min oder besonders bevorzugt von 6 bis 10 min. Diese Kontaktzeit hat sich als hinreichend für die Wasseraufbereitung herausgestellt und ermöglicht gleichzeitig einen hohen Wasserdurchsatz.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungsverfahrens wird Filtermaterial in den Filter nachgefüllt, nachdem 5 bis 15 %, insbesondere 8 bis 10 %, des für das Aufbereitungsziel benötigten Filtermaterialvolumens, das heißt des ursprünglich in den Filter eingebrachten Filtermaterials, verbraucht sind. Das Nachfüllvolumen an Filtermaterial berechnet sich vorzugsweise aus der Differenz des für das Aufbereitungsziel benötigten Filtermaterialvolumens und dem Volumen des sich zum Zeitpunkt der Nachfüllung im Filter befindlichen Filtermaterials. Auf diese Weise wird eine langfristig stabile Wasseraufbereitung gewährleistet.

Um eine Verschlammung des Filters durch Verunreinigungen aus dem Rohwasser zu vermeiden, hat sich, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform, das Spülen des Filters enthaltend das erfindungsgemäße Filtermaterial als vorteilhaft herausgestellt. Gemäß einer Ausführungsform wird der Filter vor dem in Kontakt bringen mit Wasser in Verfahrensschritt b. für 1 bis 30 min, vorzugsweise für in etwa 10 min, mit einem Luft-Wasser-Gemisch und abschließend mit Wasser gespült.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum Filtermaterial Gesagte gilt gleichermaßen auch für das im erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungsverfahren eingesetzte Filtermaterial.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum ersten Granulat Gesagte gilt gleichermaßen auch für das erste Granulat des erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungsverfahrens.

Das im Zusammenhang mit dem ersten erfindungsgemäßen Filtermaterial zum zweiten Granulat Gesagte gilt gleichermaßen auch für das zweite Granulat des erfindungsgemäßen Wasseraufbereitungsverfahrens.

Die Erfindung wird im Folgenden durch ein Beispiel näher erläutert, welches jedoch nur der Veranschaulichung dient und nicht limitierend ist.

Beispiel

Fig. 1 Figur 1 zeigt den pH-Wert von Wasser, welches mit dem erfindungsgemäßen Filtermaterial behandelt wurde

Ein Filter mit einem Durchmesser von 300 mm und einer Höhe von 3000 mm wurde zunächst mit 34 kg Stützkies (Höhe 300 mm) als Füllmaterial mit einer Korngruppe von 2,0 bis 3,15 mm (Überkorn- und Unterkornanteil weniger als 10 Gew.%) gefüllt. Anschließend wurden 40 kg Filtermaterial (Höhe 500 mm) in den Filter eingefüllt. Das Filtermaterial setzte sich dabei aus 26,7 kg eines ersten Granulats (Akdolit® Hydro-Calcit C G) enthaltend zirka 97 Gew.% Calciumcarbonat, bezogen auf das Trockengewicht des ersten Granulats, und 13,3 kg eines zweiten Granulats (Akdolit® Hydrolit-MG) enthaltend zirka 95 Gew.% Magnesiumoxid, bezogen auf das Trockengewicht des zweiten Granulats, zusammen.

Der befüllte Filter wurde dann für 10 min mit Rohwasser gespült, um eine Verschlammung des Filters zu vermeiden.

Anschließend wurde Rohwasser mit einer Temperatur von etwa 9 °C, einem pH-Wert von etwa 7,25 und einer Basekapazität bis pH 8,2 ($K_{B\,8,2}$) von 0,2 mmol/l und einer Säurekapazität bis pH 4,3 ($K_{S\,4,3}$) von 1,6 mmol/l mit einer Wasserdurchflussgeschwindigkeit von 0,3 bis 0,6 m^3/h durch den Filter gepumpt. Die tägliche Laufzeit betrug hierbei von 5 bis 10 Stunden. Nach einem Aufbereitungsvolumen an Wasser von etwa 100 m^3 wurden 10 kg des oben beschrieben Filtermaterials zu dem bereits in den Filter eingebrachten Filtermaterial hinzugegeben. Anschließend wurde der aufgefüllte Filter erneut für etwa 10 Minuten, wie oben beschrieben, gespült.

Nach einem Gesamtaufbereitungsvolumen an Wasser von 600 m^3 wurde der Filter ausgeleert und mit frischem Stützkies (10 kg, Korngruppe 3,15 bis 5,6 mm, Überkorn- und Unterkornanteil weniger als 10 Gew.%; Höhe im Filter 300 mm) und frischem Filtermaterial (19,5 kg Gesamt; 13 kg Akdolit® Hydro-Calcit C G und 6,5 kg Akdolit® Hydrolit-Mg) neu befüllt und für 6 Minuten mit Rohwasser gespült. Anschließend wurde das Rohwasser wieder mit einer Wasserdurchflussgeschwindigkeit von 0,3 bis 0,6 m^3/h für 5 bis 10 Stunden täglich durch den Filter gepumpt. Eine Nachfüllung erfolgte, wenn das Aufbereitungsziel von pH 7,7 im Filtrat unterschritten wurde.

Das behandelte Wasser wurde regelmäßig bezüglich des pH-Werts, der Aufhärtung und der Trübung geprüft. Wie der Figur 1 zu entnehmen ist, lag der pH-Wert des behandelten Wassers über die gesamte Dauer zwischen 7,5 und 9 und somit deutlich von den unteren und oberen Grenzwerten für Trinkwasser gemäß Trinkwasserverordnung entfernt. Hierbei blieb das im Filter befindliche Filtermaterial für die Entsäuerung des Wassers auch über die Dauer von mehreren Monaten ausreichend aktiv. Gleichzeitig war die Aktivität des Filtermaterials zu keinem Zeitpunkt zu hoch, sondern blieb über den gesamten Testzeitraum stabil. Zudem konnten keine wesentlichen Ausschläge beim pH-Wert beobachtet werden.

Die Aufhärtung des Wassers wurde in regelmäßigen Abständen (in etwa alle zwei Wochen) geprüft. Die Werte für die Calcium- und Magnesiumionen wurden mittels Ionenchromatographie gemäß DIN EN 14911:1999 festgestellt, die Werte für die Hydrogencarbonat-Konzentration mittels Titrimetrie gemäß DIN 38409-H7:2005. Die theoretischen Werte liegen bei Ca^{2+}:Mg^{2+}:HCO_3^- = 1 : 1 : 4, die gemessenen Werte bei Ca^{2+}:Mg^{2+}:HCO_3^- = 1,0 : 1,4 : 4,6. Die Magnesiumoxid-Komponente reagierte folglich etwas schneller als die Calciumcarbonat-Komponente. Insgesamt lagen die gemessenen Werte allerdings in guter Übereinstimmung mit den erwarteten theoretischen Aufhärtungswerten.

Die Trübung des behandelten Wassers wurde mittels Nephelometrie in regelmäßigen Abständen von etwa 2 Wochen geprüft. Die Trübung des behandelten Wassers wurde gemäß Norm DIN EN ISO 7027:2000 geprüft. Das behandelte Wasser wies bei der Großzahl der Messungen eine sehr geringe Trübung von unter 0,1 NTU auf. Bei keiner der Messungen wurde der Trübungsgrenzwert der Trinkwasserverordnung von 1 NTU überschritten.

Das mit dem erfindungsgemäßen Filtermaterial behandelte Rohwasser erfüllte folglich die Qualitätsanforderungen gemäß der Trinkwasserverordnung. Das erfindungsgemäße Filtermaterial eignet sich somit hervorragend für die Aufbereitung, insbesondere die Entsäuerung und/oder Remineralisierung, von Trinkwasser.

Patentansprüche

1. Filtermaterial zur Wasseraufbereitung umfassend
   - ein erstes Granulat enthaltend Calciumcarbonat,
   - ein zweites Granulat enthaltend Magnesiumoxid,

   wobei das erste und das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, eine Schüttdichte von 1,00 bis 1,40 t/m^3 aufweisen.

2. Filtermaterial nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und/oder das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, eine Schüttdichte von 1,10 bis 1,38 t/m^3, insbesondere von 1,15 bis 1,35 t/m^3 oder von 1,20 bis 1,32 t/m^3, aufweisen.

3. Filtermaterial nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Filtermaterial das erste Granulat in einer Menge von 55 bis 85 Gew.%, insbesondere von 60 bis 80 Gew.%, von 62 bis 75 Gew.%, von 65 bis 70 Gew.% oder von 66 bis 68 Gew.%, bezogen auf die Summe der Mengen von erstem und zweitem Granulat, enthält.

4. Filtermaterial nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Granulat Calciumcarbonat in einer Menge von mindestens 90 Gew.%, insbesondere mindestens 93 Gew.%, mindestens 95 Gew.% oder mindestens 96 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des ersten Granulats, enthält.

5. Filtermaterial nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Granulat Magnesiumoxid in einer Menge von mindestens 80 Gew.%, insbesondere mindestens 85 Gew.% oder mindestens

90 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des zweiten Granulats, enthält.

6. Filtermaterial nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Granulat Magnesiumoxid in einer Menge von höchstens 1 Gew.%, insbesondere von höchstens 0,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des ersten Granulats, aufweist und/oder das zweite Granulat Calciumcarbonat in einer Menge von höchstens 3 Gew.%, insbesondere höchstens 2 Gew.%, höchstens 1 Gew.% oder 0,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamttrockengewicht des zweiten Granulats, enthält.

7. Filtermaterial nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, ein im Wesentlichen kugelförmiges Granulat ist.

8. Filtermaterial nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Granulat eine Korngruppe von 0,01 bis 8 mm, insbesondere von 0,1 bis 6 mm, von 0,3 bis 4 oder von 0,5 bis 3,2 mm, mit einem Unterkornanteil von weniger als 10 Gew.%, insbesondere maximal 2 Gew.%, und mit einem Überkornanteil von weniger als 10 Gew.%, insbesondere maximal 7 Gew.%, aufweist.

9. Filtermaterial nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Granulat eine Korngruppe von 0,01 bis 12 mm, insbesondere von 0,1 bis 10 mm, von 0,2 bis 5 mm oder von 0,5 bis 2,5 mm, mit einem Unterkornanteil von weniger als 10 Gew.%, insbesondere maximal 3 Gew.%, und mit einem Überkornanteil von weniger als 10 Gew.%, insbesondere maximal 9 Gew.%, aufweist.

10. Filtermaterial zur Wasseraufbereitung umfassend

- 55 bis 85 Gew.% eines ersten Granulats enthaltend Calciumcarbonat,

- 15 bis 45 Gew.% eines zweiten Granulats enthaltend Magnesiumoxid,

jeweils bezogen auf die Summe der Mengen von erstem und zweitem Granulat.

11. Filtermaterial nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und das zweite Granulat, jeweils unabhängig voneinander, eine Schüttdichte von 1,00 bis 1,40 t/m^3 aufweisen und/oder das erste und das zweite Granulat wie in einem der Ansprüche 2 und/oder 4 bis 9 definiert ist.

12. Filter enthaltend ein Filtermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Filter nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filter mindestens eine erste und eine zweite Schicht umfasst, wobei die erste Schicht ein Füllmaterial und die zweite Schicht ein Filtermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 11 umfasst.

14. Filter nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Füllmaterial ausgewählt ist aus Stützkies, Sand, Kieselgur, Kieselgel, Molekularsieb, Zeolith, Zellstoff, Zellulosederivate, Kohlenstofffasern, Keramik, Kunstharz, Gesteinsmehl, Glasfaser, Silikate, Glaskugeln und Mischungen davon und/oder das Füllmaterial eine Korngruppe von 0,1 bis 12 mm, insbesondere von 0,5 bis 10 mm, von 1 bis 8 mm oder von 2 bis 6 mm, mit einem Unterkornanteil von weniger als 15 Gew.%, insbesondere maximal 10 Gew.%, und einem Überkornanteil von weniger als 15 Gew.%, insbesondere maximal 10 Gew.%, aufweist.

15. Filter nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filter einen Durchmesser von 100 bis 3500 mm und/oder eine Höhe von 500 bis 10000 mm aufweist.

16. Verwendung eines Filtermaterials nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und/oder eines Filters nach einem der Ansprüche 12 bis 15 zur Behandlung von Wasser, insbesondere zur Entsäuerung und/oder Remineralisierung von Wasser.

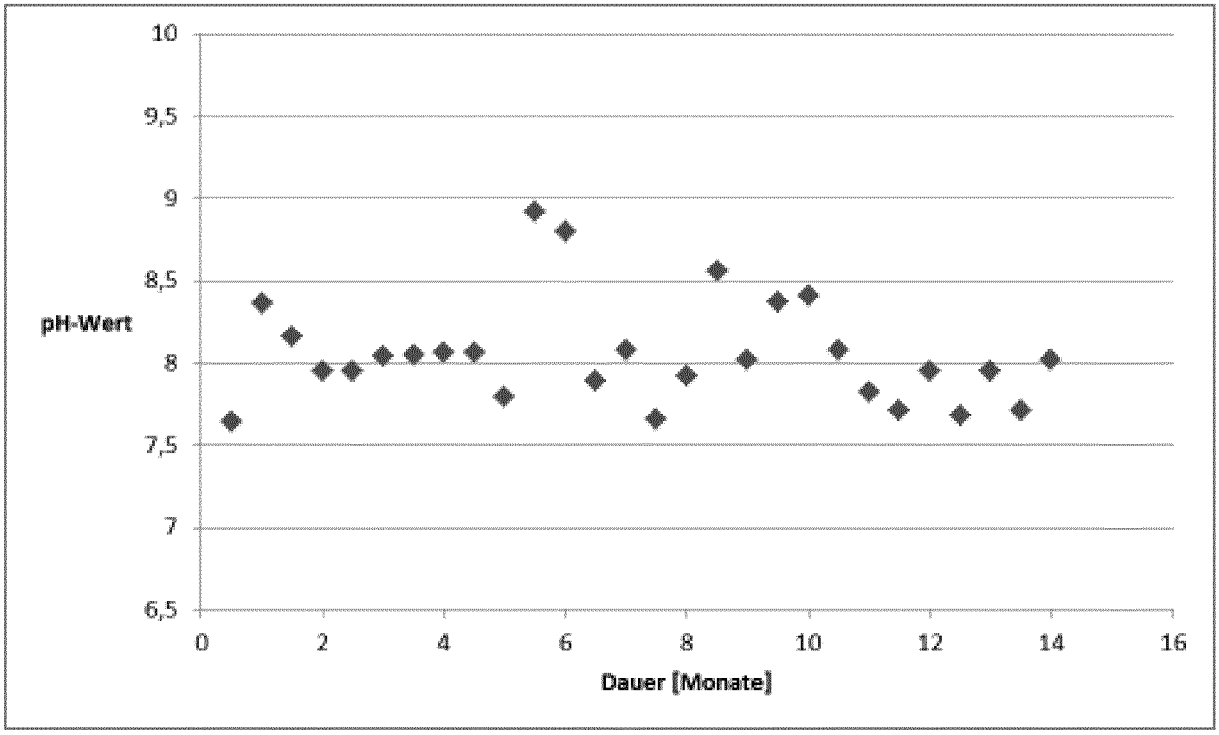


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/071354

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01J 20/04(2006.01)i; ***B01J 20/28***(2006.01)i; ***B01J 20/30***(2006.01)i; ***C02F 1/28***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01J; 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104478260 A (YIXING TIANLI CHEMICAL NANO TECHNOLOGY CO LTD) 01 April 2015 (2015-04-01) example 2	10,11
X Y	JP 2003251371 A (UBE MATERIAL IND LTD) 09 September 2003 (2003-09-09) example 1, acid water B	10,11,16 12-15
X Y	US 6322705 B1 (STORNES SVEIN OLAV [NO]) 27 November 2001 (2001-11-27) column 3, line 13 - column 4, line 23 column 2, line 36 - line 66	1-9 12-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 October 2020	**21 October 2020**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Placke, Daniel** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/071354

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104478260	A	01 April 2015	NONE			
JP	2003251371	A	09 September 2003	NONE			
US	6322705	B1	27 November 2001	AT	210610	T	15 December 2001
				AU	3195097	A	05 January 1998
				CA	2256451	A1	11 December 1997
				DE	69709111	T2	22 August 2002
				DK	0912451	T3	22 April 2002
				EP	0912451	A1	06 May 1999
				ES	2170397	T3	01 August 2002
				HU	0003167	A2	29 January 2001
				NO	303968	B1	05 October 1998
				PL	330290	A1	10 May 1999
				PT	912451	E	28 June 2002
				US	6322705	B1	27 November 2001
				WO	9746493	A1	11 December 1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/071354

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B01J20/04 B01J20/28 B01J20/30 C02F1/28
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B01J 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	CN 104 478 260 A (YIXING TIANLI CHEMICAL NANO TECHNOLOGY CO LTD) 1. April 2015 (2015-04-01) Beispiel 2	10,11
X	JP 2003 251371 A (UBE MATERIAL IND LTD) 9. September 2003 (2003-09-09)	10,11,16
Y	Beispiel 1, saures Wasser B	12-15
X	US 6 322 705 B1 (STORNES SVEIN OLAV [NO]) 27. November 2001 (2001-11-27)	1-9
Y	Spalte 3, Zeile 13 - Spalte 4, Zeile 23 Spalte 2, Zeile 36 - Zeile 66	12-15

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

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"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)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"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
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"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
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
9. Oktober 2020	21/10/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Placke, Daniel

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/071354

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 104478260 A	01-04-2015	KEINE	
JP 2003251371 A	09-09-2003	KEINE	
US 6322705 B1	27-11-2001	AT 210610 T	15-12-2001
		AU 3195097 A	05-01-1998
		CA 2256451 A1	11-12-1997
		DE 69709111 T2	22-08-2002
		DK 0912451 T3	22-04-2002
		EP 0912451 A1	06-05-1999
		ES 2170397 T3	01-08-2002
		HU 0003167 A2	29-01-2001
		NO 303968 B1	05-10-1998
		PL 330290 A1	10-05-1999
		PT 912451 E	28-06-2002
		US 6322705 B1	27-11-2001
		WO 9746493 A1	11-12-1997