



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 659 957 A5

⑤① Int. Cl.⁴: B 01 J 49/00
C 02 F 1/42

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer:	2552/83	㉚ Inhaber:	Mélyépítési Tervező Vallalat, Budapest V (HU)
㉒ Anmeldungsdatum:	10.05.1983	㉜ Erfinder:	Vasvari, Laszloné, Budapest XI (HU) Endrey, Gyula, Budapest VIII (HU) Pálhidy, Attila, Budapest XIII (HU) Tarjan, Tibor, Budapest XII (HU)
㉔ Patent erteilt:	13.03.1987	㉞ Vertreter:	Patentanwälte Schaad, Balass, Sandmeier, Alder, Zürich
㉞ Patentschrift veröffentlicht:	13.03.1987		

⑤④ **Verfahren zum Regenerieren von durch das Durchleiten von Anionen, insbesondere Nitrationen enthaltendem Wasser erschöpften Anionenaustauscherharzen zur Bicarbonatform.**

⑤⑦ Das Verfahren zum Regenerieren von durch das Durchleiten von Anionen, insbesondere Nitrationen, enthaltendem Wasser erschöpften Anionenaustauscherharzen zur Bicarbonatform wird durch deren Behandeln mit einem Bicarbonationen enthaltenden Elektrolyten, bei welchem vor der Behandlung mit dem Bicarbonationen enthaltenden Elektrolyten eine Behandlung mit einem Chloridionen enthaltenden Elektrolyten durchgeführt.

Die regenerierten Anionenaustauscherharze werden zum Entfernen des Anionengehaltes, insbesondere Nitratgehaltes, aus Wasser, insbesondere Gewässern verwendet.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Regenerieren von durch das Durchleiten von Anionen, insbesondere Nitrationen, enthaltendem Wasser erschöpften Anionenaustauscherharzen zur Bicarbonatform durch deren Behandeln mit einem Bicarbonationen enthaltenden Elektrolyten, dadurch gekennzeichnet, dass man vor der Behandlung mit dem Bicarbonationen enthaltenden Elektrolyten eine Behandlung mit einem Chloridionen enthaltenden Elektrolyten durchführt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als Chloridionen enthaltenden Elektrolyten eine Alkalimetallchloridlösung, Erdalkalimetallchloridlösung, Ammoniumchloridlösung oder Salzsäure oder ein Gemisch von solchen in einem beliebigen Verhältnis verwendet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man als Alkalimetallchloridlösung, Erdalkalimetallchloridlösung, Ammoniumchloridlösung beziehungsweise Salzsäure beziehungsweise Gemisch von solchen ein[e] solche[s] mit einer Konzentration von 3 bis 15 Gew.-% verwendet.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass man als Bicarbonationen enthaltenden Elektrolyten eine Alkalimetallbicarbonatlösung oder Ammoniumbicarbonatlösung oder ein Gemisch derselben in einem beliebigen Verhältnis verwendet.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass man als Alkalimetallbicarbonatlösung beziehungsweise Ammoniumbicarbonatlösung beziehungsweise Gemisch derselben ein[e] solche[s] mit einer Konzentration von 3 bis 10 Gew.-% verwendet.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass man als Bicarbonationen enthaltenden Elektrolyten eine mit Kohlendioxyd gesättigte Alkalimetallcarbonatlösung oder Ammoniumcarbonatlösung oder ein Gemisch derselben in einem beliebigen Verhältnis oder eine Alkalimetallcarbonatlösung oder Ammoniumcarbonatlösung oder ein Gemisch derselben in einem beliebigen Verhältnis bei gleichzeitigem Einleiten von Kohlendioxydgas verwendet.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass man als Alkalimetallcarbonatlösung beziehungsweise Ammoniumcarbonatlösung beziehungsweise Gemisch derselben ein[e] solche[s] mit einer Konzentration des beziehungsweise der genannten Salze[s] von 2 bis 6 Gew.-% verwendet.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass man als Bicarbonationen enthaltenden Elektrolyten eine mit Kohlendioxydgas gesättigte Alkalimetallhydroxydlösung oder Ammoniumhydroxydlösung oder ein Gemisch derselben in einem beliebigen Verhältnis oder eine Alkalimetallhydroxydlösung oder Ammoniumhydroxydlösung oder ein Gemisch derselben in einem beliebigen Verhältnis bei gleichzeitigem Einleiten von Kohlendioxydgas verwendet.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass man als Alkalimetallhydroxydlösung beziehungsweise Ammoniumhydroxydlösung eine solche mit einer Konzentration des beziehungsweise der genannten Base[n] von 2 bis 4 Gew.-% verwendet.

10. Verwendung der nach dem Verfahren nach Anspruch 1 bis 9 regenerierten Anionenaustauscherharze zum Entfernen des Anionengehaltes aus Wasser.

trationen enthaltendem Wasser erschöpften Anionenaustauscherharzen zur Bicarbonatform und die Verwendung der regenerierten Anionenaustauscherharze.

Der vom Verwendungszweck her als schädlich anzusehende unterschiedliche Salzgehalt der Gewässer kann durch Ionenaustauscherharze gesenkt werden. Es kann auch so vorgegangen werden, dass mit den Ionenaustauscherharzen der Salzgehalt der Gewässer insgesamt nicht gesenkt wird, sondern die schädlichen Ionen durch für die Verwendung vorteilhafte andere Ionen ersetzt werden. Als Beispiel sei das Weichmachen von Wasser, bei welchem mit Kationenaustauscherharzen die für die Härte verantwortlichen Calcium- und Magnesiumionen durch Natriumionen ersetzt werden, erwähnt. Ein solches Verfahren und die zugehörige Anordnung sind zum Beispiel in der deutschen Patentschrift 1 642 445 und in der schweizerischen Patentschrift 521 926 beschrieben. Ein Verfahren zur Rückgewinnung von Mineralstoffen (Metallen) ist zum Beispiel aus der US-Patentschrift 3 725 259, die ebenfalls ein Kationenaustauschverfahren betrifft, bekannt.

Ein Verfahren zur Salz Entfernung ist in der ungarischen Offenlegungsschrift H/471 beschrieben. Die Aufgabe dieses Verfahrens besteht darin, im Vergleich zu den bekannten Entsalzungsverfahren die Menge der regenerierenden Chemikalie zu senken. Bei diesem Verfahren wird das zu behandelnde Wasser durch 4 Ionenaustauscherharze geleitet, wobei die Schaltungsreihenfolge wie folgt ist:

Kationenaustauscherharz in der H^+ -Form,
schwach basisches Anionenaustauscherharz
in der HCO_3^- -Form,
Kationenaustauscherharz in der H^+ -Form und
schwach basisches Anionenaustauscherharz
in der OH^- -Form.

Bei diesem Verfahren wird das Wasser vom Salz völlig befreit und das Endprodukt hat die Qualität von destilliertem Wasser. Dieses ist aber für den menschlichen Verbrauch ungeeignet, da das Wasser einen bestimmten Salzgehalt haben muss. Ausserdem ist das Entsalzen des Wassers ein mit hohem Aufwand verbundenes Verfahren.

Durch das Entsalzen und Zumischen von Rohwasser kann zwar gegebenenfalls bei einer bestimmten Wasserzusammensetzung entsprechend nitratarmses Trinkwasser hergestellt werden, aber auch so ist das Verfahren mit hohem Aufwand verbunden und im allgemeinen enthält das so hergestellte Trinkwasser nicht nur wenig Nitrat, sondern zu wenig von den erwünschten Salzen. Darüberhinaus konnte das betreffende Anionenaustauscherharz nicht befriedigend zur HCO_3^- -Form regeneriert werden.

Die Verwendung von natürlichen Gewässern für den menschlichen Verbrauch wird insbesondere durch deren Nitrationsgehalt erschwert. Verschiedene Hygienevorschriften bestimmen die noch zulässige Nitratkonzentration. So beträgt die obere Grenze für Trinkwasser 40 mg Nitrat/l nach der ungarischen Norm MSz 450/1. Das Einhalten dieses Wertes ist aber wegen den Gegebenheiten und der heutigen landwirtschaftlichen Technik, wie der Verwendung von Kunstdünger, selbst im Weltmassstab immer schwieriger.

Natürlich wird über die Lösung dieser Frage auch im Fachschrifttum viel geschrieben. Die bisherigen Ergebnisse der biologischen Versuche zur Entfernung der Nitrationen sind jedoch noch reichlich ungewiss und beruhen nur auf halbertechnischen beziehungsweise halbindustriellen Erfahrungen (siehe die Veröffentlichung von Bringmann G. und Kühn R. in «Gesundheits-Ingenieur» 1963, Heft 7, Seiten 213 bis 215). In Versuchen, die eine chemische Lösung anstrebten, wurde in bekannten Ionenaustauscherharzen das Nitration durch das Chloridion ersetzt. Dieses Verfahren löst zwar das Entfernen der Nitrationen, aber durch die der

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regenerieren von durch das Durchleiten von Anionen, insbesondere Ni-

Menge der Nitrationen chemisch gleichwertige Menge Chloridionen wird das Wasser verunreinigt. Der für das Wasser vorgeschriebene und zulässige Chloridgehalt kann so gegebenenfalls über dem zulässigen Wert liegen. Bei diesem Verfahren wird teilweise auch der Bicarbonatgehalt durch den Ionenaustauscher entfernt und dadurch wird auch die Qualität des Wassers unvorteilhaft beeinflusst. Am meisten werden bei diesem Verfahren stark basische Anionenaustauscherharze, zum Beispiel ein Anionenaustauscherharz mit Polystyrolgerüst mit quaternären Ammoniumgruppen [Amberlite IRA 410 der Firma Rohm & Haas], eingesetzt. Diese Verfahren und die mit ihm erzielten Ergebnisse wurden von Fresenius W., Bilo J. und Schneider W. in der Zeitschrift «GWf Gas- und Wasserfach» (März/1966, Seiten 306 bis 309) beschrieben.

Die bisherigen für die Lösung dieses Problems durchgeführten Versuche waren also entweder unsicher, wobei die biologischen Verfahren sowieso gegenüber den unterschiedlichen Faktoren sehr empfindlich sind oder ersetzt das Nitrations durch ein nicht erwünschtes anderes Ion, das gegebenenfalls wieder entfernt werden musste, oder aber gelang bei ihnen das Regenerieren des Anionenaustauscherharzes nicht befriedigend.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, unter Behebung der Nachteile des Standes der Technik ein Verfahren zum Regenerieren von durch das Durchleiten von Anionen, insbesondere Nitrationen (NO_3^- -Ionen), enthaltendem Wasser erschöpften Anionenaustauscherharzen zur Bicarbonatform (HCO_3^- -Form), durch welches die Anionenaustauscherharze mit hervorragendem Ergebnis zur Bicarbonatform regeneriert werden können und so das mit den Anionenaustauscherharzen in der Bicarbonatform durchgeführte Entfernen von Anionen, insbesondere Nitrationen, aus diese enthaltendem Wasser technisch durchführbar und beliebig oft wiederholbar wird, sowie die entsprechende Verwendung der regenerierten Anionenaustauscherharze, wobei sowohl das Verfahren als auch die Verwendung einfach, zuverlässig mit schneller Wirkung und mit geringem Aufwand durchgeführt werden können und bei der Verwendung der unerwünschte Anionengehalt, insbesondere Nitrationsgehalt, des Wassers auf die den Vorschriften entsprechenden Werte bis quantitativ entfernt wird, ohne in es andere unerwünschte Ionen hineinzubringen oder aus ihm zu viele erwünschte Ionen zu entfernen, zu schaffen.

Das Obige wurde überraschenderweise durch die Erfindung erreicht.

Zunächst sei vorausgeschickt, dass es zur Verwendung von Gewässern mit hohem Nitratgehalt als Trinkwasser zweckmässig ist, das schädliche Nitrations durch ein nicht schädliches anderes Ion zu ersetzen. Eine solche Lösung ist wie bereits erwähnt sein Entfernen mit stark basischen Anionenaustauscherharzen in der Chloridform, dessen Nachteile ebenfalls bereits oben beschrieben wurden.

Es besteht daher das Bestreben, den schädlichen Anionengehalt, insbesondere Nitratgehalt, der Gewässer durch Anionenaustauscherharze in der Bicarbonatform zu entfernen, da das Bicarbonation ein natürlicher Bestandteil des Wassers ist und damit auch der erfrischende Geschmack des Wassers zusammenhängt. Ein solches Verfahren zur Nitrationsentfernung wird nach dem Fachschrifttum nirgends auf der Welt angewandt.

Bei eigenen Untersuchungen wurde festgestellt, dass das Regenerieren des für Nitrationen erschöpften Anionenaustauscherharzes auf die übliche Weise mit einer Bicarbonat enthaltenden Lösung nicht durchführbar ist.

Die in der Chloridform handelsüblichen Anionenaustauscherharze können mit einer, zum Beispiel 5 gew.-%igen, Alkalimetallbicarbonatlösung in die Bicarbonatform ge-

bracht werden. Durch das so behandelte Anionenaustauscherharz wird das Wasser geleitet, das Harz bindet die Nitrat- und Sulfationen und teilweise auch die Chloridionen und gibt dafür an das Wasser Bicarbonationen ab. Die Tatsache, dass das Anionenaustauscherharz die Chloridionen nur teilweise bindet, schadet nicht und ist sogar ein Vorteil, da dadurch die Nitratkapazität des Anionenaustauscherharzes höher ist. Wenn das Anionenaustauscherharz für Nitrationen erschöpft ist, muss es regeneriert werden. Diese erschöpfte Anionenaustauscherharz kann wie bereits erwähnt nach eigenen Untersuchungen direkt durch eine Bicarbonat enthaltende Lösung nicht regeneriert werden, und zwar nicht einmal bei Verwendung eines extrem hohen Chemikalienüberschusses. Das bedeutet, dass, wenn das für Nitrationen erschöpfte Anionenaustauscherharz nach dem auf übliche Weise mit einer Bicarbonatlösung durchgeführten Regenerieren erneut eingesetzt wird (nitrathaltiges Wasser durch es durchgeleitet wird), im behandelten Wasser eine bedeutende Menge Nitrat, die gegebenenfalls den Grenzwert der Trinkwassernorm bei weitem überschreitet, bleibt. Dieser Mangel wurde durch die Erfindung behoben.

Es wurde nämlich überraschenderweise festgestellt, dass das erschöpfte Anionenaustauscherharz in 2 Schritten vollkommen regeneriert werden kann, und zwar wenn es zuerst mit einem Chloridionen enthaltenden Elektrolyten und dann mit einem Bicarbonationen enthaltenden Elektrolyten behandelt wird.

Anders ausgedrückt wurde überraschenderweise festgestellt, dass das im Bicarbonatzklus zur Anionenentfernung, insbesondere Nitrationsentfernung, verwendete Anionenaustauscherharz, welches auf die übliche Weise mit einer Bicarbonat enthaltenden Lösung nicht entsprechend regeneriert werden kann, nur durch die kombinierte Behandlung mit einer chloridhaltigen Lösung und mit einer Bicarbonat enthaltenden Lösung bei Durchführung der erstgenannten Behandlung vor der letztgenannten zufriedenstellend regeneriert werden kann. Dadurch wird erreicht, dass der Vorgang des Anionenaustausches im Bicarbonatzklusbetrieb technisch durchführbar und beliebig oft wiederholbar gemacht wird.

Gegenstand der Erfindung ist daher ein Verfahren zum Regenerieren von durch das Durchleiten von Anionen, insbesondere Nitrationen (NO_3^- -Ionen), enthaltendem Wasser erschöpften Anionenaustauscherharzen zur Bicarbonatform (HCO_3^- -Form) durch deren Behandeln mit einem Bicarbonationen (HCO_3^- -Ionen) enthaltenden Elektrolyten, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass vor der Behandlung mit dem Bicarbonationen enthaltenden Elektrolyten eine Behandlung mit einem Chloridionen (Cl^- -Ionen) enthaltenden Elektrolyten durchgeführt wird.

Vorteilhaft wird als Chloridionen enthaltender Elektrolyt eine Alkalimetallchloridlösung, Erdalkalimetallchloridlösung, Ammoniumchloridlösung oder Salzsäure oder ein Gemisch von solchen in einem beliebigen Verhältnis verwendet.

Es ist bevorzugt, als Alkalimetallchloridlösung, Erdalkalimetallchloridlösung, Ammoniumchloridlösung beziehungsweise Salzsäure beziehungsweise Gemisch von solchen ein[e] solche[s] mit einer Konzentration von 3 bis 15 Gew.-%, insbesondere 10 Gew.-%, zu verwenden.

Vorteilhaft wird als Bicarbonationen enthaltender Elektrolyt eine Alkalimetallbicarbonatlösung oder Ammoniumbicarbonatlösung oder ein Gemisch derselben in einem beliebigen Verhältnis verwendet.

Es ist bevorzugt, als Alkalimetallbicarbonatlösung beziehungsweise Ammoniumbicarbonatlösung beziehungsweise Gemisch derselben ein[e] solche[s] mit einer Konzentration von 3 bis 10 Gew.-%, insbesondere 5 Gew.-%, zu verwenden.

Vorteilhaft wird als Bicarbonationen enthaltender Elektrolyt eine mit Kohlendioxyd gesättigte Alkalimetallcarbonatlösung oder Ammoniumcarbonatlösung oder ein Gemisch derselben in einem beliebigen Verhältnis oder eine Alkalimetallcarbonatlösung oder Ammoniumcarbonatlösung oder ein Gemisch derselben in einem beliebigen Verhältnis bei gleichzeitigem Einleiten von Kohlendioxydgas verwendet.

Es ist bevorzugt, als Alkalimetallcarbonatlösung beziehungsweise Ammoniumcarbonatlösung beziehungsweise Gemisch derselben ein[e] solche[s] mit einer Konzentration des beziehungsweise der genannten Salze[s] von 2 bis 6 Gew.-%, insbesondere 5 Gew.-% zu verwenden.

Vorteilhaft wird als Bicarbonationen enthaltender Elektrolyt eine mit Kohlendioxydgas gesättigte Alkalimetallhydroxydlösung oder Ammoniumhydroxydlösung oder ein Gemisch derselben in einem beliebigen Verhältnis oder eine Alkalimetallhydroxydlösung oder Ammoniumhydroxydlösung oder ein Gemisch derselben in einem beliebigen Verhältnis bei gleichzeitigem Einleiten von Kohlendioxydgas verwendet.

Es ist bevorzugt, als Alkalimetallhydroxydlösung beziehungsweise Ammoniumhydroxydlösung eine solche mit einer Konzentration des beziehungsweise der genannten Base[n] von 2 bis 4 Gew.-%, insbesondere 3 Gew.-%, zu verwenden.

Das erfindungsgemässe Verfahren kann an unterschiedlichen Arten von Anionenaustauscherharzen, wie Varion AD-E und ADA, Lewatit M 600 und Wofatit SBW, durchgeführt werden, wobei die Ergebnisse übereinstimmen.

Die Art des Regeneriermittels kann so gewählt werden, wie sich beim Regenerieren die Anordnung beziehungsweise Nutzung der entstehenden Salzlösung am besten gestalten lassen. So können, um die für die Landwirtschaft unvorteilhaften Natriumsalze zu vermeiden, als Regenerierchemikalien beispielsweise Calcium- und Magnesiumsalze, Kaliumsalze und Ammoniumsalze verwendet werden, in welchem Falle die verwendete Regenerierlösung als flüssiger Kunstdünger eingesetzt werden kann.

Gegenstand der Erfindung ist auch die Verwendung der erfindungsgemäss regenerierten Anionenaustauscherharze zum Entfernen des Anionengehaltes, insbesondere Nitratgehaltes, aus Wasser, insbesondere Gewässern.

In den durchgeführten Versuchen wurde der Nitrationsgehalt des zu behandelnden Wassers innerhalb weiter Konzentrationsgrenzen (50 bis 1000 mg/l) variiert, wobei es in jedem Falle gelang, eine nicht über dem oberen Grenzwert des Nitrationsgehaltes von Trinkwasser liegende Qualität des Wassers zu erreichen.

Beim erfindungsgemässen Verfahren und/oder bei der erfindungsgemässen Verwendung kann die bekannte Kolonnenverfahrenstechnik angewandt werden, es sind aber auch andere ionenaustauschende Verfahrenstechniken möglich.

Der Eigenverbrauch der Anordnung, in welcher die erfindungsgemässe Verwendung durchgeführt werden kann, beträgt einige Prozente (3 bis 8 Gew.-%) des erzeugten Wassers je nach der Qualität des Rohwassers.

Die wichtigsten Vorteile der Erfindung sind zusammengefasst wie folgt:

Die Erfindung ermöglicht vor allem den Nitrationsgehalt der Gewässer zu entfernen. Das erfindungsgemässe Verfahren und die Verwendung der nach dem ersten regenerierten Anionenaustauscherharze sowie die zur Durchführung der beiden erforderliche[n] Anordnung(en) sind einfach, zuverlässig und schnell wirkend und können leicht mit modernen Automatisations- und Steuergeräten betrieben werden. Die Erfindung ermöglicht es, den Nitrationsgehalt der Gewässer in einem breiten Konzentrationsbereich entwe-

der quantitativ zu entfernen oder aber auf den den Vorschriften entsprechenden Wert zu senken, wobei gleichzeitig auch eine andere Ionenart, nämlich die Sulfationen, entfernt werden, so dass auch aus sulfathaltigen Gewässern Trinkwasser hergestellt werden kann. Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Verwendung können auch als eine Stufe einer mehrstufigen Abwasserreinigung vorteilhaft durchgeführt werden. Für sie ist keine besondere Anionenaustauscherharzart notwendig, vielmehr können die handelsüblichen Anionenaustauscherharze durch das erfindungsgemässe Verfahren einfach zu der für den Nitrationsaustausch notwendigen Bicarbonatform umgewandelt werden. Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Verwendung und die Kapazität der dazu notwendigen Anordnung(en) können ebenfalls innerhalb weiter Grenzen, also vom technischen beziehungsweise industriellen Massstab bis zu einer Grösse zum Aufmontieren auf Wasserhähne variiert werden. Schliesslich ist besonders zu betonen, dass durch das erfindungsgemässe Verfahren bei der erfindungsgemässen Verwendung Bicarbonationen, die ein Bestandteil der natürlichen Gewässer sind, in das Wasser gelangen, wodurch der Charakter der natürlichen Gewässer nicht geändert wird, sondern gerade durch die erfindungsgemässe Verwendung das Beibehalten beziehungsweise das Wiederherstellen des natürlichen Charakters gesichert wird.

Die Erfindung wird an Hand der folgenden Beispiele näher erläutert.

Beispiel 1

Es wurde eine Versuchsreaktionsvorrichtung mit einem stark basischen Anionenaustauscherharz [Varion AD, Hersteller: Industrieanlagen Nitrokémia Balatonfüzfő, Ungarn] gefüllt. Das Harz wurde zuvor mit einer 10 gew.-%-igen Natriumchloridlösung und danach mit einer 5 gew.-%-igen Natriumbicarbonatlösung behandelt und in die Bicarbonatform umgewandelt, die schon in einem Bicarbonatzyklus wirkte und das Nitration austauschte. Danach wurde Rohwasser mit einer Geschwindigkeit von 15 m/Stunde in die Kolonne eingeführt. Die Analysedaten des Wassers vor der Behandlung (vertikale Spalte I) und nach der Behandlung (vertikale Spalte II) sind in der folgenden Zusammenstellung angegeben.

	I	II
NO ₃ ⁻	200,0 mg/l	0 mg/l
SO ₄ ⁻²	60,0 mg/l	0 mg/l
Cl ⁻	35,5 mg/l	24,8 mg/l
p-Alkalität	0 mVal/l	0 mVal/l
m-Alkalität	4,0 mVal/l	8,6 mVal/l
pH-Wert	7,3	7,8
Gesamthärte	15,0° dH	15,0° dH
Carbonathärte	11,2° dH	15,0° dH
p-Alkalität =	Phenolphthalein-Alkalität (K. Höll, Wasseruntersuchungs-Beurteilung-Aufbereitung, Walter de Gruyter & Co., Berlin, 1960, Seite 81)	
m-Alkalität =	Methylorange-Alkalität [Gesamtalkalität] (Schrifttumsstelle wie oben)	

Bei Verwendung des Anionenaustauscherharzes VARION ADA, (Hersteller: Industrieanlagen Nitrokémia, Balatonfüzfő, Ungarn) wurden ähnliche Ergebnisse erzielt.

Beispiel 2

Das verwendete für Nitrationen erschöpfte stark basische Anionenaustauscherharz [Varion AD, Hersteller: Industrieanlagen Nitrokémia, Balatonfüzfő, Ungarn] wurde wie im Beispiel 1 beschrieben mit einer 10 gew.-%-igen Natriumchloridlösung und danach mit einer 5 gew.-%-igen Natriumbicarbonatlösung zur Bicarbonatform umgewandelt und auch die Durchlaufgeschwindigkeit des zu behandel-

den Wassers war mit der im Beispiel 1 identisch. Die Analysedaten von 2 verschiedenen Rohwässern und zugehörigen behandelten Wässern (A und B) sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten, wobei jeweils die Werte der vertikalen Spalte I unbehandeltes Wasser (Rohwasser) und die der vertikalen Spalte II nach dem erfindungsgemässen Verfahren behandeltes (ionenausgetauschtes) Wasser betreffen.

	Wasser A		Wasser B	
	I	II	I	II
NO ₃ ⁻	72,8 mg/l	7,2 mg/l	1000 mg/l	12,0 mg/l
SO ₄ ⁻²	60,0 mg/l	0 mg/l	60 mg/l	0 mg/l
Cl ⁻	35,5 mg/l	32,0 mg/l	35,5 mg/l	35,5 mg/l
m-Alkalität	3,9 mVal/l	6,6 mVal/l	4,0 mVal/l	20,9 mVal/l
p-Alkalität	0 mVal/l	0 mVal/l	0 mVal/l	0 mVal/l
pH-Wert	7,3	7,3	7,3	7,9

Beispiel 3

Es wurde in einer Versuchsreaktionsvorrichtung eine 5 gew.-%-ige (insgesamt 5 Gew.-% Natriumcarbonat und Kaliumcarbonat enthaltende) Lösung von Natriumcarbonat und Kaliumcarbonat im Gewichtsverhältnis von 1:1 unter Druck mit Kohlendioxydgas gesättigt, um die entsprechenden Alkalimetallbicarbonate herzustellen. Das Anionenaustauscherharz Varion ADA wurde zunächst mit einer 10 gew.-%-igen Kaliumchloridlösung in die Chloridform gebracht und dann mit der wie oben angegeben hergestellten alkalimetallbicarbonathaltigen Lösung behandelt. Danach wurde das Wasser mit diesem Anionenaustauscherharz behandelt. Die Analysedaten sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten, wobei die Werte der vertikalen Spalte I unbehandeltes Wasser (Rohwasser) und die der vertikalen Spalte II nach dem erfindungsgemässen Verfahren behandeltes (ionenausgetauschtes) Wasser betreffen.

	I	II
NO ₃ ⁻	200 mg/l	0 mg/l
SO ₄ ⁻²	60,0 mg/l	0 mg/l
Cl ⁻	35,5 mg/l	24,8 mg/l
p-Alkalität	0 mVal/l	0 mVal/l
m-Alkalität	3,9 mVal/l	8,6 mVal/l
pH-Wert	7,4	7,8

Beispiel 4

Es wurde für einen Versuch ein für Nitrationen erschöpftes Anionenaustauscherharz Varion ADA verwendet. Dieses wurde zunächst mit einer 10 gew.-%-igen Natriumchloridlösung behandelt und danach mit einer 5 gew.-%-igen (insgesamt 5 Gew.-% Natriumcarbonat und Kaliumcarbonat enthaltenden) Lösung von Natriumcarbonat und Kaliumcarbonat im Gewichtsverhältnis von 1:1 und auch das gleichzeitige Durchleiten von Kohlendioxydgas für den Bicarbonatzzyklus umgewandelt. Daraufhin wurde das zu behandelnde Wasser mit einer Durchlaufgeschwindigkeit von 10 m/Stunde durch das Harz geleitet. Die Analysedaten sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten, wobei die Werte der

vertikalen Spalte I unbehandeltes Wasser (Rohwasser) und die der vertikalen Spalte II nach dem erfindungsgemässen Verfahren behandeltes (ionenausgetauschtes) Wasser betreffen.

	I	II
NO ₃ ⁻	400 mg/l	28,8 mg/l
SO ₄ ⁻²	60,0 mg/l	0 mg/l
Cl ⁻	35,5 mg/l	5,5 mg/l
p-Alkalität	0 mVal/l	0,4 mVal/l
m-Alkalität	4,0 mVal/l	12,0 mVal/l
pH-Wert	7,3	8,3

Beispiel 5

Es wurde für einen Versuch ein stark basisches Anionenaustauscherharz [Lewatit M 600, Hersteller: Bayer AG] verwendet.

Das für Nitrationen erschöpfte Ionenaustauscherharz wurde mit einer 10 gew.-%-igen Ammoniumchloridlösung und dann mit einer 5 gew.-%-igen Kaliumbicarbonatlösung zur Bicarbonatform umgewandelt. Mit dem so behandelten Harz wurde das nitrathaltige Wasser behandelt. Die Durchlaufgeschwindigkeit des Wassers durch die Anionenaustauscherharzsäule betrug 15 m/Stunde. Die Analysedaten sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten, wobei die Werte der vertikalen Spalte I unbehandeltes Wasser (Rohwasser) und die der vertikalen Spalte II nach dem erfindungsgemässen Verfahren behandeltes (ionenausgetauschtes) Wasser betreffen.

	I	II
NO ₃ ⁻	285,6 mg/l	0 mg/l
SO ₄ ⁻²	30,0 mg/l	0 mg/l
Cl ⁻	202,3 mg/l	39,05 mg/l
m-Alkalität	3,7 mVal/l	13,2 mVal/l