

SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 695 612 A5**

(51) Int. Cl.: **C02F 5/08 (2006.01)**
E02B 11/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer: 00241/06

(73) Inhaber:
Lanxess Deutschland GmbH
51369 Leverkusen (DE)

(22) Anmeldedatum: 15.02.2006

(30) Priorität: 17.10.2005 CH 1675/05

(72) Erfinder:
Moritz, Ralf Johann, Dr., 41469 Neuss (DE)
Dr. Thomas Klein, 69126 Heidelberg (DE)
Dr. Wolfgang Wambach, 51065 Köln (DE)

(24) Patent erteilt: 14.07.2006

(45) Patentschrift veröffentlicht: 14.07.2006

(74) Vertreter:
E. Blum & Co. Patentanwälte, Am Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(54) **Solvolyse Erdalkalimetall enthaltender Inkrustation.**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft die Solvolyse von Erdalkalimetall-enthaltenden Inkrustationen mittels eines Oligomeren, das aus 3,4-Dihydropyrrol-2,5-dion- und Bernsteinsäuremonoamid-Einheiten aufgebaut ist, bevorzugt mittels Depotsteinen, insbesondere Stangen oder Tabletten.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Solvolyse von Erdalkalimetall-enthaltenden Inkrustationen mittels eines Oligomeren, das aus 3,4-Dihydropyrrrol-2,5-dion- und Bernsteinsäure-monoamid-Einheiten aufgebaut ist, bevorzugt mittels Depotsteinen.

[0002] Das in der Natur vorkommende Wasser, sei es Oberflächenwasser (See-, Teich-, Talsperren-, Flusswasser) oder Grundwasser (Quell-, Brunnenwasser) sowie das gewöhnliche Leitungswasser sind nicht chemisch rein. Die Wässer enthalten neben gelösten Gasen (O_2 , N_2 , CO_2) eine Reihe von Salzen u.a. Verbindungen, die aus den Böden und Gesteinen herausgelöst wurden oder die im Fall von Oberflächenwässern teilweise auch aus Abwasserzuläufen stammen. Die wichtigsten Bestandteile sind die Salze des Calciums und Magnesiums, insbesondere die Chloride, Sulfate und Hydrogencarbonate, die man als Härtebildner bezeichnet. Je nach Region können auch noch Spuren von Eisen, Kupfer und Mangan enthalten sein. Da die Hydrogencarbonate in der Hitze oder durch Verschieben des Gleichgewichts, beispielsweise durch Druckunterschiede, in Carbonate umgewandelt werden, fällt ein Teil der Calcium-Salze als schwerlösliches $CaCO_3$ aus. Bei sehr hohen Magnesium-Konzentrationen können auch basische Magnesiumcarbonate ausfallen. Diesen Teil der Härte, den man im Haushalt beispielsweise durch Kochen entfernen kann, bezeichnet man als Carbonathärte (KH), früher als temporäre Härte im Gegensatz zur bleibenden oder permanenten Härte, die bedingt ist durch die Sulfat- und Chlorid-Ionen, deren Calcium- und Magnesium-Salze nicht durch Kochen ausgefällt werden. Unter der Gesamthärte (GH) versteht man die Härte verursacht durch Erdalkalimetalle, d.h. die Ca- und Mg-Ionen; im Allgemeinen besteht die Gesamthärte zu 70–85% aus Ca- und zu 30–15% aus Mg-Härte.

[0003] Früher, als vornehmlich Seife oder Waschmittel mit hohem Seifen-Gehalt zum Waschen von Textilien verwandt wurde, erwies sich die Härte als schädlich, da durch Bildung schwerlöslicher Erdalkalimetall-Salze (Calcium-Seifen, Magnesium-Seifen) erhebliche Anteile der Seife unwirksam gemacht wurden. Durch Zugabe von Soda (Natriumcarbonat) wurden deswegen die Härtebildner teilweise als Carbonate ausgefällt. Moderne Kompaktwaschmittel sind aufgrund ihrer Formulierung weniger härteempfindlich als früher übliche Waschpulver, doch lohnt in Gebieten mit sehr grosser Wasserhärte der Einsatz der auf dem Markt als Granulat oder Tabletten angebotenen Wasserenthärter.

[0004] Für den grossräumigen oder technischen Einsatz zur Verhinderung oder Auflösung von Erdalkalimetall-enthaltenden Inkrustationen sind die im Haushalt üblichen Lösungen nicht geeignet. Aber auch im grosstechnischen Einsatz sind ebenfalls nur bestimmte Wasserqualitäten geeignet, z.B. bestimmen Brauwässer den Charakter der Biere durch ihre Härte. Bei der Betonherstellung sind sehr harte und salzhaltige, insbesondere saure Wässer zu vermeiden. Bei der Verwendung in der Textil-, Papier- und Zellstoff-Industrie sollen die Wässer vornehmlich frei von Eisen- und Mangan-Verbindungen sein.

[0005] Von besonderer Bedeutung ist die Härte des Wassers im Bereich von Bauwerksentwässerungssystemen.

[0006] Unter Bauwerksentwässerungssystemen sind hier die Entwässerungssysteme von Bauwerken des Hoch- und Tiefbaus, beispielsweise von Gebäuden, Hochbauten, Bahnhöfen, Flughafenanlagen, Tunnelbauten, Stollen, Kavernen, Staumauern, Talsperren, Wasserkraftbauten, Erddämmen, Stützmauern, Strassenbauten, Quellfassungen oder provisorischen Baugruben sowie Hangentwässerungsanlagen zu verstehen, aber auch Kläranlagen oder Deponieentwässerungsanlagen.

[0007] Der hier verwendete Ausdruck «Entwässerungssysteme» umfasst sowohl die «primären Entwässerungssysteme» eines Bauwerks, die Elemente beinhalten, die nach Fertigstellung des Bauwerks nicht mehr frei zugänglich sind, wie z.B. Noppenbahnen bzw. -streifen, Drainagematten, Sickerpackungen um die Drainageleitungen herum, Öffnungen der Drainagerohre (ausssen) und dergleichen, als auch die «sekundären Entwässerungssysteme» eines Bauwerks, die frei zugängliche Elemente beinhalten, wie z.B. Drainagerohre (innen), Kontrollschächte, Schlammstammler, Zuleitungen, Entwässerungsleitungen und dergleichen.

[0008] Bei der Entwässerung von Bauwerken des Hoch- und Tiefbaus fallen Grund- und Bergwässer (Sickerwässer) an, die einen unterschiedlich hohen Gehalt an gelösten, überwiegend anorganischen Wasserinhaltsstoffe aufweisen, die häufig harte Ablagerungen verursachen. Die Bildung von harten Ablagerungen aus überwiegend Erdalkalimetall-enthaltenden Salzen, beispielsweise Calciumcarbonaten in Drainage- und Entwässerungssystemen wird auch als Versinterung oder Inkrustation bezeichnet. Unter der Versinterungsstärke ist die Menge an Carbonat-Ablagerungen zu verstehen, die pro m^3 anfallendem Grund- und Bergwasser in einem Drainage- und Entwässerungssystem in einer definierten Zeiteinheit ausgeschieden wird, und der Versinterungsgrad beurteilt den Zustand eines Drainage- und Entwässerungssystems bezüglich der darin enthaltenen Carbonat-Ablagerungen.

[0009] Aus hydrologischer Sicht lassen sich drei grundsätzlich voneinander verschiedene Versinterungsmechanismen unterscheiden:

[0010] Typ 1: Die Bildung von Ablagerungen durch natürliche Carbonat- bzw. Kalkübersättigung. Carbonat- bzw. kalkgesättigtes Bergwasser verliert einen Teil seines CO_2 -Gehaltens beim Eintritt in ein Bauwerksentwässerungssystem und verursacht als Folge einer Gleichgewichtsreaktion die Bildung von Carbonatablagerungen.

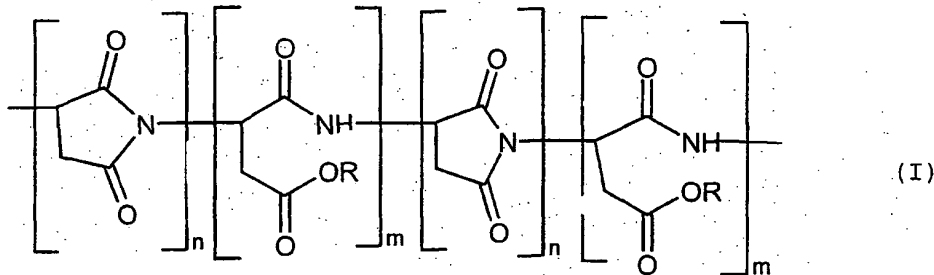
[0011] Typ 2: Die Bildung von Ablagerungen durch pH-Wert-Erhöhung des Bergwassers, wie sie beispielsweise durch den Kontakt des Grund- und Bergwassers mit alkalischen Baustoffen (Beton) verursacht wird. Dadurch erhöht sich der pH-Wert des Grund- und Bergwassers und führt zu massiven Carbonatausfällungen;

[0012] Typ 3: Die Bildung von Ablagerungen, insbesondere Carbonatablagerungen, durch kohlensaures Bergwasser im Kontakt mit Betonbauten. Kohlensaures Bergwasser bildet beim Zuströmen auf das Bauwerk als Folge der Druckentlastung Kohlendioxid-Gasblasen. Diese können nicht entweichen und strömen zusammen mit dem Bergwasser dem Hohlraum entgegen. Um die Gasblasen herum bildet sich eine aggressive kalklösende Umgebung. Beim Kontakt dieses Bergwassers mit Beton wird Calciumhydroxid aus der Zementmatrix herausgelöst und beim Eintritt des Bergwassers in das Entwässerungssystem durch Entweichen des überschüssigen CO₂ in Form von Carbonatablagerungen wieder ausgeschieden.

[0013] Unabhängig von ihrer Bildungsart verkleinern die bei der Versinterung entstehenden harten, festhaftenden Ablagerungen/Inkrustationen die Abflussquerschnitte der Entwässerungssysteme oder schliessen sie in Extremfällen sogar ganz. Als Folge davon können die anfallenden Wassermengen nicht mehr frei abfließen, und es entstehen Rückstaus, die grosse Schäden verursachen können. Die Schäden reichen von unerwünschten Wasserinfiltrationen ins Bauwerksinnere über hohe Wasserdrucke auf die Bauwerksschale bis hin zu Eisbildungen auf Fahrbahnen und Vernässungen in Gewölben, verbunden mit der Gefahr von elektrischen Kurzschlüssen bei Bahntunneln und dergleichen. Zudem setzt der direkte Wasserkontakt die Dauerhaftigkeit (Lebensdauer) der Bauwerke herab. Insbesondere bei solchen Bauwerken, deren Stabilität von der einwandfreien Funktionstüchtigkeit des Entwässerungssystems abhängig sind, kann die Bildung von Ablagerungen in dem Entwässerungssystem fatale Folgen haben. Diese Ablagerungen vermindern nämlich die Funktionsfähigkeit aller Teile eines Bauwerksentwässerungssystems.

[0014] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, eine Methode zur Auflösung Erdalkalimetall-enthaltender Inkrustationen bereitzustellen, die einen grosstechnischen Einsatz oder den Einsatz in Bauwerken bzw. deren Entwässerungssystemen ermöglicht und bei der keinerlei korrosive Wechselwirkungen mit den eingesetzten Bauwerksmaterialien, beispielsweise den Bauwerksabdichtungen, die in der Regel aus Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP) bestehen, dem Beton, der Stahlarmierung, den Glasfaserankern oder dergleichen, eintreten.

[0015] Es wurde nun überraschend gefunden, dass die oben dargestellte Aufgabe gelöst werden kann mittels eines Oligomers, das aus 3,4-Dihydropyrrol-2,5-dion-Einheiten und Bernsteinsäureamid-Einheiten aufgebaut ist. Dieses Oligomer hat die Struktur der allgemeinen Formel (I)



worin

R für Wasserstoff, Natrium, Kalium oder Ammonium steht,

n für eine ganze Zahl von 1 bis 10, bevorzugt 6 bis 9, besonders bevorzugt 8 bis 9 steht, und

m für eine ganze Zahl von 1 bis 10, bevorzugt 2 bis 5, besonders bevorzugt 2 bis 3 steht,

und ist erhältlich durch Hydrolyse, bevorzugt alkalische Hydrolyse mittels wässriger Lösungen von NaOH, KOH oder NH₄OH, von Polysuccinimid. Polysuccinimid wiederum erhält man grosstechnisch durch thermische Polymerisation von Maleinsäureanhydrid und Ammoniak oder deren Derivate (US-A 3 846 380; US-A 4 839 461; US-A 5 219 952; US-A 5 371 180).

[0016] Bevorzugt geeignet hat sich erwiesen, das Oligomer der Formel (I) mit einem Molekulargewicht von 3000 bis 6000 Dalton, bevorzugt 3000 bis 4000 Dalton einzusetzen.

[0017] Das Oligomer der Formel (I) eignet sich ausgezeichnet zum Auflösen verschiedenster Erdalkalimetall-enthaltender Inkrustationen oder Versinterungen, ist aber ebenso zum präventiven Einsatz, d.h. der Verhinderung zur Bildung von Erdalkalimetall-enthaltenden Inkrustationen oder Versinterungen geeignet. Der besondere Vorteil des Oligomers liegt in der Vermeidung von starker Säure, die meist zu Korrosionsschäden als Sekundäreffekt führt.

[0018] Erdalkalimetall-enthaltende Inkrustationen im Sinne der vorliegenden Erfindung bestehen bevorzugt aus Salzen des Calciums oder Magnesiums, gegebenenfalls im Gemisch mit anderen Erdalkalimetallen, insbesondere im Falle des Calciums mit dem Magnesium, oder Alkalimetallen und/oder mit Schwermetallen wie sie in der Natur vorkommen, insbesondere Eisen, Kupfer und Mangan.

[0019] Erfindungsgemäss zu lösende Versinterungen oder Verkrustungen können also Calciumcarbonat, Calciumhydroxid, Calciumhydrogencarbonat, Calciumphosphat, Calciumhydrogenphosphat, Calciumchlorid, Calciumsulfat, Magnesiumsulfat, Magnesiumhydroxid, Magnesiumchlorid, Magnesiumphosphat oder Magnesiumcarbonat enthalten.

[0020] Darüber hinaus können aber erfindungsgemäss auch Mischkristalle oder Doppelsalze dieser Verbindungen, bevorzugt im Falle des Calciums mit Magnesium oder Alkalimetallen, insbesondere $MgCO_3$ und Kaliumsalze wirkungsvoll aufgelöst werden.

[0021] Typische Vertreter der Doppelsalze sind der Dolomit $CaMg[CO_3]_2$, der Carnallit $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$, der Kainit $KMg[Cl/SO_4] \cdot 3H_2O$, sowie Hydrate oder Komplexsalze mit Schwermetallen, bevorzugt mit Eisen, Kupfer und Mangan.

[0022] Die Eigenschaft von Verkrustungen oder Versinterungen auf einem Untergrund aufzuwachsen ermöglicht die Auflösung derselben zumeist nur von ihrer Oberfläche her. Es hat sich daher gezeigt, dass es zur wirkungsvollen, möglichst vollständigen, Korrosion vermeidenden Auflösung derartiger Versinterungen oder Inkrustationen empfehlenswert ist, das Oligomer der Formel (I) in Depots, bevorzugt Depotsteinen, auszubringen um möglichst über einen langen Zeitraum hohe Konzentrationen des Wirkstoffs, hier des Oligomers der Formel (I), auf die Versinterungen oder Inkrustationen einwirken zu lassen.

[0023] Als Lösungsmittel hat sich hierzu das nahezu überall zugängliche Wasser bestens bewährt, zumal dieses im Falle von Bauwerksentwässerungssystemen oftmals selber die Versinterungen oder Inkrustationen verursacht.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Aufgabe also durch Depotsteine, insbesondere Stangen oder Tabletten, enthaltend das Oligomer der Formel (I) gelöst. Depotsteine im Sinne der vorliegenden Erfindung sind Tabletten, aber auch Stangen, Blöcke oder sonstige Formkörper. Beispielhaft werden Depotsteine in der Schweizer Bauzeichnung des SIA «Schweizer Ingenieur und Architekt», Nr. 12, 24.3.2000, dargestellt.

[0025] Bevorzugter Gegenstand der Erfindung sind deshalb Depotsteine zur Auflösung von Versinterungen oder Inkrustationen, insbesondere Carbonatablagerungen, in einem Bauwerksentwässerungssystem, die gekennzeichnet sind durch einen Gehalt an einem Oligomer aus 3,4-Dihydropyrrrol-2,5-dion-Einheiten und Bernsteinsäuremonoamid-Einheiten, gegebenenfalls im Gemisch mit mindestens einer Trägersubstanz und/oder Bindemittel, sowie gegebenenfalls weiteren üblichen Zusätzen, wie z.B. Fließregulierungsmittel, Gleitmittel und/oder Konservierungsmittel.

[0026] Die erfindungsgemässen Depotsteine haben vorzugsweise einen homogenen oder strukturierten, insbesondere schichtenförmigen, Aufbau und sind vorzugsweise von beliebiger Grösse und Gestalt. Sie liegen vorzugsweise in gegossener oder gepresster Form vor.

[0027] Die erfindungsgemässen Depotsteine enthalten mindestens 10 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 25 Gew.-%, besonders bevorzugt 50 bis 100 Gew.-%, des erfindungsgemäss einzusetzende Oligomers, Trägermaterial und/oder Bindemittel sowie gegebenenfalls weitere übliche Zusätze, wie z.B. Fließregulierungsmittel, Gleitmittel und/oder Konservierungsmittel.

[0028] Letztere schützen die Depotsteine vor vorzeitigem Abbau (Zersetzung) durch Mikroorganismen, insbesondere sulfatreduzierenden Mikroorganismen, wie sie in Grund- und Bergwässern enthalten sein können.

[0029] Die erfindungsgemässen Depotsteine können sowohl in dem primären als auch in dem sekundären Bauwerksentwässerungssystem eingesetzt werden. Bei Kontakt des anfallenden Grund- und Bergwassers (Sickerwassers) mit den Depotsteinen geben diese das in ihnen enthaltene Oligomer ab und ermöglichen dadurch das Auflösen von Versinterungen/Inkrustationen. Durch die spezifische Zusammensetzung und die Menge an Trägersubstanz in den Depotsteinen kann die Abgabemenge an Oligomer in beliebiger Weise gesteuert werden.

[0030] Das erfindungsgemäss einzusetzende Oligomer wird gegebenenfalls mit einem Fließregulierungsmittel wie kolloidalem Siliciumdioxid und/oder mit einem Gleitmittel wie Saccharosestearat und/oder einem Konservierungsmittel wie Methylparaben und/oder Butylparaben versetzt.

[0031] Besonders gut geeignete Depotsteine für die Solvolyse von Versinterungen oder Inkrustationen unter Zuhilfenahme von Grund- und Bergwässern mit einem pH-Wert von vorzugsweise 5 bis 9 sind solche, die 10 bis 99,9 Gew.-%, vorzugsweise 55 bis 95 Gew.-% Oligomer und 90 bis 0,1 Gew.-%, vorzugsweise 45 bis 5 Gew.-% Trägersubstanz enthalten.

[0032] Für die Solvolyse von Versinterungen oder Inkrustationen unter Zuhilfenahme von Grund- und Bergwässern mit einem pH-Wert von vorzugsweise 7 bis 13 eignen sich besonders gut Depotsteine, die 10 bis 99,9 Gew.-%, vorzugsweise 50 bis 99,9 Gew.-% Oligomer enthalten.

[0033] Die erfindungsgemässen Depotsteine können hergestellt werden unter Anwendung von Giess-, Extrudier- oder Pressverfahren.

[0034] Das Giess- bzw. Extrudierverfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass man das erfindungsgemäss einzusetzende Oligomer mit der Trägersubstanz und/oder einem Bindemittel mit einem niedrigen Schmelzpunkt von vorzugsweise unter $60^\circ C$ in dem gewünschten Mengenverhältnis unter Erwärmen mischt und die dabei erhaltene Schmelze aus der Trägersubstanz und/oder dem Bindemittel mit dem darin dispergierten erfindungsgemäss einzusetzenden Oligomer abkühlt und formt unter Bildung von homogenen Depotsteinen. Bei diesem Verfahren verwendet man als Trägersubstanz vorzugsweise Glykolether, Gelatine, hydrophobe Fette, Wachse oder Harze oder Mischungen davon.

[0035] Das Pressverfahren zur Herstellung der erfindungsgemässen Depotsteine ist dadurch gekennzeichnet, dass man das erfindungsgemäss einzusetzende Oligomer mit pulverförmigen Trägersubstanzen und/oder Bindemitteln in dem gewünschten Mengenverhältnis trocken mischt und die dabei erhaltene trockene Mischung anschliessend zu Formkörpern

pern verpresst. Als Trägersubstanz für dieses Verfahren besonders geeignet sind Hydrokolloidbildner wie Metolose, Hydroxypropylmethylcellulose und -ethylcellulose, Polyvinylpyrrolidon, Fettsäuren, insbesondere Laurinsäure, Fettsäureamiden, insbesondere Bis(stearoyl)ethylendiamid (z.B. erhältlich als LICOWAX C[®] von Clariant AG), gehärtetes Ricinusöl, Carnaubawachs oder mikrokristalline Cellulose oder Mischungen davon.

[0036] Vor oder während der Herstellung der Depotsteine werden der Trägersubstanz vorzugsweise Fließregulierungsmittel, beispielsweise kolloidales Siliciumdioxid, Gleitmittel, beispielsweise kolloidales Siliciumdioxid und/oder Konservierungsmittel, beispielsweise Methylparaben oder Butylparaben, zugemischt. Die Konservierungsmittel schützen die Depotsteine vor vorzeitigem biologischen Abbau (Zersetzung) durch Mikroorganismen, beispielsweise sulfatreduzierende Mikroorganismen, wie sie überall in Grund- und Bergwässern vorkommen können. Den erfindungsgemässen Depotsteinen können zusätzlich auch herkömmliche Härtestabilisatoren, Dispergatoren oder Sequestrierer zugesetzt werden, so dass diese selber auch gegen Neubildung von Ablagerungen, die durch natürliches kalkübersättigtes Bergwasser entstehen, geschützt sind. Depotsteine, die das erfindungsgemäss einzusetzende Oligomer enthalten, lassen sich besonders gut bei zementbedingten Versinterungen oder Inkrustationen einsetzen und sind für den Einsatz in Bergwässern als Lösungsmittel mit einem hohen pH-Wert, vorzugsweise in dem Bereich von 7 bis 13 geeignet. Sie eignen sich ebenso gut für den Einsatz in Bergwässern mit niedrigeren pH-Werten, vorzugsweise in dem Bereich von 5 bis 10.

[0037] Gemäss einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Solvolyse Erdalkalimetallhaltiger Inkrustationen, insbesondere Carbonatablagerungen, in einem Bauwerksentwässerungssystem, das dadurch gekennzeichnet ist, dass man dem abzuführenden Berg- oder Grundwasser das erfindungsgemäss einzusetzende Oligomer in Form von Depotsteinen, wie sie vorstehend beschrieben worden sind, zugibt, die unter Berücksichtigung des Gefälles in das Bauwerksentwässerungssystem eingebracht werden.

[0038] Bei Neubauten werden die erfindungsgemässen Depotsteine in das primäre und/oder sekundäre Entwässerungssystem eingebracht, während sie bei bereits bestehenden Bauwerken dem sekundären Entwässerungssystem zugesetzt werden.

[0039] Bei der Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens werden die Depotsteine in solchen Mengen in dem Bauwerksentwässerungssystem angeordnet, dass sie an der Wasserzulauf-Stelle bei kleinen Wasserzulaufmengen vorzugsweise 0,5 bis 50 000 ppm, bei mittleren Wasserzulaufmengen vorzugsweise 0,5 bis 5000 ppm und bei konstanten hohen Wasserzulaufmengen vorzugsweise 0,5 bis 100 ppm Oligomer der Formel (I) an das sie überströmende Grund- oder Bergwasser abgeben.

[0040] Besonders bevorzugt werden Depotsteine der vorstehend beschriebenen Art verwendet, die mit Drainagevliesen, Noppenfolien, Kunststoffdichtungsbahnen oder Halbschalen zur Wasserableitung verbunden sind und in das Bauwerk eingebracht werden.

[0041] Die Zugabemenge des erfindungsgemäss einzusetzenden Oligomers wird bei Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens durch die Anzahl und Anordnung sowie die Art und Zusammensetzung der Depotsteine in Abhängigkeit der Stärke der Versinterungen oder Inkrustationen gesteuert.

[0042] Bei genauer Kenntnis der anfallenden Wassermenge und des zugehörigen Wasserchemismus lässt sich die geeignete Menge an erfindungsgemäss einzusetzendem bzw. freizusetzendem Oligomer vom Fachmann leicht bestimmen, die erforderlich ist, um eine wirkungsvolle Solvolyse von Versinterungen oder Inkrustationen der oben beschriebenen Art, insbesondere Carbonatablagerungen, in einem Entwässerungssystem zu bewirken. In der Regel genügen 2 ppm, d.h. 2 g Oligomer zur erfolgreichen Behandlung von 1 m² versinterter Oberfläche. Die Konzentration an Oligomer in dem Grund- und Bergwasser ist in unmittelbarer Nähe der Depotsteine natürlich viel höher und kann über 50 000 mg/Liter, besonders bevorzugt über 5000 mg/Liter betragen. Sie nimmt aber auf dem nachfolgenden Fließweg ab und sollte am Ende des Entwässerungssystems immer noch so hoch sein um auch dort vorhandene Versinterungen oder Inkrustationen aufzulösen.

[0043] Die erfolgreiche Behandlung der versinterter Oberfläche kann visuell erfolgen, durch Vergleich fotografischer Aufnahmen vor, während und nach der Behandlung. Alternativ kann die erfolgreiche Behandlung der versinterter Oberfläche durch die Bestimmung der Wasserhärte in einer Wasserprobe durchgeführt werden, die, in Flussrichtung des Wassers gesehen, hinter dem Depotstein entnommen wurde. Durch die Solvolyse der Versinterung oder Inkrustation nimmt die Wasserhärte der Wasserprobe temporär zu. Nach vollständiger Solvolyse der Versinterung oder Inkrustation nimmt die Wasserhärte auf einen Wert ab, den das zufließende Wasser vor Beginn der Behandlung aufwies.

[0044] Allerdings hat sich die visuelle Begutachtung als deutlich einfacher und schneller durchführbar erwiesen, da sie mit routinemässig anfallenden Inspektionsrundgängen erledigt werden kann.

[0045] Nach der erfindungsgemäss erfolgten Solvolyse der Versinterungen oder Inkrustationen wird das anfallende Grund- und Bergwasser in der Regel am Ende des Entwässerungssystems direkt in einen Vorfluter geleitet, da es den entsprechenden ökologischen Anforderungen genügt. Die erfindungsgemäss zu erfolgende Solvolyse ist auch geeignet für Entwässerungssysteme, in deren Bereich eine sehr hohe Luftfeuchtigkeit herrscht und deren Temperatur in tiefliegenden Tunnelbauwerken bis zu 40°C betragen kann. Sie ist insbesondere geeignet für äusserst feingliedrige Bauwerksentwässerungssysteme, die über eine Vielzahl von Verästelungen und Nebenarmen verfügen, wo eine Solvolyse von Erdalkalimetall-Versinterungen konventioneller Art sehr aufwändig und kostspielig wäre. Bei der erfindungsgemäss durchzuführenden Solvolyse von Erdalkalimetall-enthaltenden Versinterungen oder Inkrustationen treten auch keinerlei korrosive Wechsel-

wirkungen mit den eingesetzten Bauwerksmaterialien, wie beispielsweise den Bauwerksabdichtungen, die in der Regel auf PVC, Polyethylen oder Polypropylen bestehen, dem Beton, der Stahlarmierung, den Glasfaserankern oder dergleichen auf, so dass die Dauerhaftigkeit des Bauwerks dadurch nicht beeinträchtigt wird. Die erfindungsgemäss durchzuführende Solvolyse von Erdalkalimetall-enthaltender Inkrustationen ist nicht nur technisch einfacher, sondern auch umweltfreundlicher und wirtschaftlicher als die konventionellen Reinigungsmethoden, die im Wesentlichen eine Entfernung der Versinterung oder Inkrustation durch Säure oder mechanische Kraft umfassen.

Beispiele

Beispiel A: Strassentunnel bei Heilbronn, mit einem pH-Wert des Wassers um ca.7,5–8,5.

[0046] Ein Strassentunnel wurde auf einer Strassenseite über vorhandene Drainageschächte mit Tabletten bestehend aus dem Oligomer der allgemeinen Formel I bestückt (Drainageschacht Nr. 1a–8a). Die dabei auftretenden Konzentrationen der löslichen Form des Oligomers führten innerhalb von 6 Monaten zu einer grossflächigen Zurückdrängung vorhandener Versinterungen bzw. Inkrustationen. Eine Abschätzung der Rückbildung erfolgte visuell zu 45%–50%. Ferner wurden Wasserproben, in Fliessrichtung des Wassers gesehen hinter den Tabletten entnommen und die Wasserhärte analysiert. Auf der anderen Seite des Strassentunnels wurden keine Tabletten ausgelegt und ebenfalls an verschiedenen Stellen die Wasserhärte über vorhandene Drainageschächte (Drainageschacht Nr. 1b–8b) bestimmt.

[0047] Nur auf der Seite, die mit Tabletten, bestehend aus dem Oligomer der allgemeinen Formel I, behandelt wurde, konnte ein Anstieg der Wasserhärte festgestellt werden.

Drainage-schacht Nr.	Oligomer ausgelegt [g] am 22.09.2000	Datum 22.09.2000		Datum 02.10.2000		Datum 27.10.2000		Datum 19.01.2001		Datum 23.03.2001				
		Wasser-härte [°dH]	Wasser-härte [°dH]	visuelle Begut-achtung [%Aufbl.]	Konzentr. Oligomer [ppm]	Wasser-härte [°dH]	visuelle Begut-achtung [%Aufbl.]	Konzentr. Oligomer [ppm]	Wasser-härte [°dH]	visuelle Begut-achtung [%Aufbl.]	Konzentr. Oligomer [ppm]	Wasser-härte [°dH]	visuelle Begut-achtung [%Aufbl.]	Konzentr. Oligomer [ppm]
1a	500	22,7	23,8	< 5	0,9	24,5	< 15	1,3	25,1	30	1,9	25,2	45	2,2
1b	0	24,1	24,0	0	0	23,9	0	0	24,0	0	0	23,8	0	0
2a	500	25,0	25,8	5	1,1	26,2	15	1,8	26,9	35	2,4	27	50	2,8
2b	0	23,8	23,6	0	0	23,6	0	0	n.b	0	0	n.b	0	0
3a	500	18,8	19,8	5	1,3	22,8	< 20	2,2	27,1	35	2,6	27,2	50	2,7
3b	0	19,9	20,1	0	0	20,0	0	0	19,8	0	0	20,0	0	0
4a	500	21,4	22,9	< 5	0,8	23,6	< 15	1,5	23,8	< 30	2,2	23,8	45	2,3
4b	0	20,5	20,7	0	0	22,5	0	0	n.b	0	0	n.b	0	0
5a	500	23,6	25,0	5	1,7	25,8	20	2,5	26,8	> 35	2,9	27,3	> 50	3,1
5b	0	22,9	22,7	0	0	22,8	0	0	22,5	0	0	22,8	0	0
6a	500	19,8	21,7	< 5	0,8	22,7	< 15	1,6	23,0	< 30	1,8	23,1	45	2,1
6b	0	20,4	20,2	0	0	20,9	0	0	n.b.	0	0	n.b	0	0
7a	500	18,8	21,0	< 5	0,8	21,9	15	1,5	22,2	< 30	1,7	22,2	< 45	1,9
7b	0	18,7	19,0	0	0	19,3	0	0	19,0	0	0	19,2	0	0
8a	500	19,7	21,8	< 5	1,0	22,6	15	1,8	22,5	< 30	1,7	22,6	45	1,9
8b	0	21,0	20,8	0	0	20,8	0	0	n.b	0	0	n.b	0	0
Durchschnittswerte 1a;2a;3a;4a;5a;6a;7a;8a,		21,2	22,7			23,8			24,7			24,8		
Durchschnittswerte 1b;2b;3b;4b;5b;6b;7b;8b,		21,4	21,4			21,7			21,3			21,5		

Legende : Oligomer ausgelegt [g] entspricht Menge in Gramm des Oligomer der allgemeinen Formel I das je Drainageschacht ausgelegt wurde
 Wasserhärte [°dH] entspricht Wasserhärte gemessen in Grad deutsche Härte ; 1°dH = 10 mg Calciumoxid bzw. 7,18 mg Magnesium-oxid je Liter Wasser
 visuelle Begutachtung [% Aufbl.] entspricht Aufblühsgrad der Inkrustationen in Prozent im Verhältnis zum Zustand vor der Behandlung
 Konzentration Oligomer [ppm] entspricht Die Konzentration des Oligomer der allgemeinen Formel I, angegeben in parts per million [ppm]

Beispiel B:

Tunnel bei Annweiler, mit einem pH-Wert des Wassers um ca. 8,5–10,0

[0048] Wie unter Beispiel A wurden an mehreren Stellen Depotsteine, bestehend aus dem Oligomer der allgemeinen Formel I auf einer Seite des Tunnels ausgebracht, wohingegen die andere Seite unbehandelt blieb. Nach einem (1) Jahr der Ausbringung waren die vorhandenen Inkrustationen bzw. Versinterungen um ca. 70–80% zurückgegangen. Die Begutachtung der Rückbildung der Inkrustationen bzw. Versinterungen erfolgte visuell, wie in Beispiel A beschrieben.

[0049] Wie unter Beispiel A wurde auch in diesem Fall, auf der mit Depotsteinen bestückten Seite, ein Anstieg der Wasserhärte beobachtet, von durchschnittlich 25,8°dH auf durchschnittlich 29,5°dH. Gleichzeitig wurde auf dieser Tunnelseite ebenfalls eine Reduktion des pH-Wertes festgestellt, von durchschnittlich pH 9,7 auf pH-9,3.

[0050] Aufgrund des höheren pH-Wertes des zufließenden Wassers war, gegenüber dem Beispiel A, die Konzentration des Oligomeren der allgemeinen Formel I in den Wasserproben leicht erhöht und lag im Mittelwert bei ca. 5,2 ppm.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Solvolyse von Erdalkalimetall-enthaltenden Inkrustationen oder Versinterungen, dadurch gekennzeichnet, dass man auf diese ein Oligomer aus 3,4-Dihydropyrrol-2,5-dion-Einheiten und Bernsteinsäuremonoamid-Einheiten einwirken lässt.
2. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Oligomer ein Molekulargewicht von 3000 bis 6000 Dalton hat.
3. Verfahren gemäss Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erdalkalimetall-enthaltenden Inkrustationen aus Salzen des Calciums oder Magnesiums gegebenenfalls im Gemisch mit weiteren Erdalkalimetallen, Alkalimetallen oder Schwermetallen bestehen.
4. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Oligomer in Form von Depotsteinen, insbesondere Stangen oder Tabletten, eingesetzt wird.
5. Depotstein, insbesondere in Form einer Stange oder Tablette, zur Solvolyse von Erdalkalimetall-enthaltenden Inkrustationen oder Versinterungen, gekennzeichnet durch einen Gehalt an Oligomer aus 3,4-Dihydropyrrol-2,5-dion-Einheiten und Bernsteinsäuremonoamid-Einheiten.
6. Depotstein gemäss Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass dieser 10 bis 99,9 Gew.-% Oligomer enthält.
7. Depotstein gemäss Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass dieser als Trägersubstanz und/oder Bindemittel Gelatine, hydrophobe Fette, Wachse oder Harze, Hydrokolloidbildner wie Metolose, Hydroxypropylmethylcellulose und -ethylcellulose oder Fettsäuren, insbesondere Laurinsäure, Fettsäureamide, insbesondere Bis(stearoyl)ethylendiamid, gehärtetes Ricinusöl, Carnaubawachs, mikrokristalline Cellulose oder Gemische davon enthält, die gegebenenfalls mit einem Fließregulierungsmittel wie kolloidalem Siliciumdioxid, einem Gleitmittel wie Saccharosestearat und/oder einem Konservierungsmittel wie Methylparaben oder Butylparaben versetzt sind.
8. Verwendung von Depotsteinen gemäss einem der Ansprüche 5 bis 7 zur Solvolyse von Erdalkalimetall-enthaltenden Inkrustationen oder Versinterungen.
9. Verwendung gemäss Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass diese in einem Bauwerksentwässerungssystem, bevorzugt im Entwässerungssystem eines Tunnels stattfindet.
10. Verfahren zur Herstellung eines Depotsteins gemäss einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Oligomer aus 3,4-Dihydropyrrol-2,5-dion-Einheiten und Bernsteinsäuremonoamid-Einheiten mit pulverförmigen Trägersubstanzen und/oder Bindemitteln in dem gewünschten Mengenverhältnis trocken mischt und die dabei erhaltene trockene Mischung anschliessend zu Formkörpern verpresst.