

Vorrichtung und Verfahren zur Verringerung des Gehalts an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure in einem Wasserstrom

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verringerung des Gehalts an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure in einem Wasserstrom, insbesondere in einem Wasserstrom, der Ballastwassertanks eines Schiffes entnommen wird.

Peressigsäure ist ein Biozid, das im Vergleich zu anderen Bioziden eine Reihe von Vorteilen aufweist. Peressigsäure zeigt bereits in geringen Konzentrationen von weniger als 5 ppm eine breite biozide Wirkung gegen Bakterien, Phytoplankton und Zooplankton, ohne dass es zu Resistenzen kommt. Im Gegensatz zu den meisten anderen Bioziden wird Peressigsäure in verdünnten wässrigen Lösungen rasch durch Hydrolyse und Zersetzung zu nicht mehr biozid wirkenden Stoffen abgebaut. Im Gegensatz zu Ozon oder Chlordioxid kann Peressigsäure in Form von Gleichgewichtspersessigsäure sicher transportiert und gelagert werden. Eine Behandlung von Wasserströmen mit Peressigsäure führt im Gegensatz zu Chlor oder Hypochlorit nicht oder nur in geringem Maß zur Bildung von halogenierten organischen Verbindungen und damit nicht zu einer Erhöhung des AOX-Gehalts. Peressigsäure eignet sich deshalb zur bioziden Behandlung von Wasserströmen, die nach der Behandlung in großer Menge in die Umgebung abgegeben werden, wie beispielsweise Kühlwasserströme oder Klärwerksabläufe und insbesondere Ballastwasser von Schiffen. Die Behandlung von Ballastwasser mit Peressigsäure im SEDNA®-Verfahren ist von der internationalen Seefahrtorganisation IMO für die Entfernung von Phytoplankton und Zooplankton zugelassen worden.

Obwohl sich Peressigsäure und das in Gleichgewichtspersessigsäure herstellbedingt enthaltene Wasserstoffperoxid im behandelten Wasser rasch abbauen,

kann es bei einigen Anwendungen, insbesondere bei der Behandlung von Ballastwasser, erforderlich werden, nach der Behandlung noch vorliegende Restmengen von Peressigsäure und Wasserstoffperoxid zu entfernen, bevor das behandelte
5 Wasser an die Umgebung abgegeben wird.

Für die Entfernung von Chloraminen oder Bromaminen aus behandeltem Ballastwasser wurde in WO 02/072478 vorgeschlagen, dem behandelten Ballastwasser ein Reduktionsmittel, wie Natriumthiosulfat oder Natriumsulfit,
10 in einem molaren Überschuss zuzusetzen. Bei diesem Verfahren muss allerdings nach der Reduktion des Chloramins oder Bromamins in das behandelte Wasser nochmals Sauerstoff eingebracht werden, bevor es an die Umgebung abgegeben werden kann.

15 In WO 2004/054932 wird für die Entfernung von elektrolytisch erzeugtem Chlor aus behandeltem Ballastwasser vorgeschlagen, dem Ballastwasser eine Lösung von Natriumthiosulfat zuzudosieren und diese Dosierung über das Redoxpotential des chlorhaltigen Ballastwassers zu
20 regeln.

In WO 2006/058261 und WO 2008/153808 wird für die Entfernung von elektrolytisch erzeugtem Hypochlorit aus behandeltem Ballastwasser vorgeschlagen, dem Ballastwasser eine Lösung von Natriumsulfit zuzudosieren und diese
25 Dosierung über einen Sulfitanalysator, der durch Säurezugabe SO_2 freisetzt und dieses mit einem Sensor bestimmt, so zu regeln, dass das behandelte Ballastwasser überschüssiges Natriumsulfit enthält.

In US 2010/072144 wird für die Entfernung von Hypochlorit
30 aus behandeltem Ballastwasser vorgeschlagen, dem Ballastwasser eine Lösung von Natriumsulfit zuzudosieren und diese Dosierung über die Messung des Redoxpotentials im Ballastwasser nach Zugabe der Natriumsulfitlösung so zu

regeln, dass das Redoxpotential im Bereich von 200 bis 500 mV liegt.

In US 7,776,224 wird für die Entfernung von Wasserstoffperoxid aus behandeltem Ballastwasser vorgeschlagen, die Konzentration von Wasserstoffperoxid im Ballastwasser zu messen und auf Basis des Messwerts ein Reduktionsmittel zuzugeben. Außerdem wird vorgeschlagen, durch ein Wasserstoffperoxiddensitometer oder eine Messung des Redoxpotentials nach der Zugabe des Reduktionsmittels zu prüfen, ob nicht umgesetztes Wasserstoffperoxid vorliegt.

In EP 1 671 932 wird für eine Behandlung von Ballastwasser mit Wasserstoffperoxid oder Gleichgewichtssperessigsäure vorgeschlagen, zusammen mit dem Oxidationsmittel noch einen der Stoffe Eisen(II)sulfat, Iodid oder Katalase zuzusetzen, um eine Zersetzung von Wasserstoffperoxid während der Ballastwasserbehandlung zu bewirken.

Es besteht jedoch weiterhin Bedarf nach einer Vorrichtung und einem Verfahren, mit denen sich in einem Wasserstrom der Gehalt an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure bei Bedarf verringern lässt und bei denen der Wasserstrom nach Entfernung von Wasserstoffperoxid und Peressigsäure keine wassergefährdenden Stoffe enthält.

Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben festgestellt, dass sich das aus US 2010/072144 zur Entfernung von Hypochlorit bekannten Verfahren nicht für eine Entfernung von Wasserstoffperoxid aus einem Wasserstrom eignet, da sich durch die Messung des Redoxpotentials im Wasser nach Zugabe eines Reduktionsmittels nicht zuverlässig feststellen lässt, dass das Wasser weder unumgesetztes Wasserstoffperoxid noch überschüssiges Reduktionsmittel enthält. Auch das aus WO 2004/054932 zur Entfernung von Chlor bekannte Verfahren eignet sich nicht zur Entfernung von Peressigsäure und Wasserstoffperoxid aus einem

Wasserstrom, da sich aus dem Redoxpotential eines Peressigsäure und Wasserstoffperoxid enthaltenden Wasserstroms die Menge an Reduktionsmittel, die zur Entfernung von Peressigsäure und Wasserstoffperoxid
5 erforderlich wäre, nicht vorausberechnen lässt.

Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben deshalb eine Vorrichtung und ein Verfahren entwickelt, mit denen sich die Gehalte an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure in einem Wasserstrom zuverlässig verringern lassen.

10 Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Verringerung des Gehalts an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure in einem Wasserstrom (1), umfassend eine erste Messvorrichtung (2) zur Bestimmung der Flussrate des Wasserstroms, eine zweite Messvorrichtung (3) zur
15 Bestimmung der Konzentration an Wasserstoffperoxid in dem Wasserstrom, eine dritte Messvorrichtung (4) zur Bestimmung der Konzentration an Peressigsäure in dem Wasserstrom, eine Dosiervorrichtung (5) zur Dosierung eines Reduktionsmittels in den Wasserstrom stromabwärts von der zweiten und dritten
20 Messvorrichtung und eine Steuereinrichtung (6), die aus der Flussrate des Wasserstroms, der Konzentration an Wasserstoffperoxid in dem Wasserstrom und der Konzentration an Peressigsäure in dem Wasserstrom eine Menge an Reduktionsmittel zur Verringerung des Gehalts an
25 Wasserstoffperoxid und Peressigsäure auf einen gewünschten Wert berechnet und die Dosiervorrichtung zur Dosierung des Reduktionsmittels ansteuert.

Gegenstand der Erfindung ist außerdem ein Verfahren zur Verringerung des Gehalts an Wasserstoffperoxid und
30 Peressigsäure in einem Wasserstrom, umfassend eine Dosierung eines flüssigen Reduktionsmittels in den Wasserstrom mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Der Wasserstrom wird vorzugsweise Ballastwassertanks (10) eines Schiffes entnommen.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einer Ausführungsform mit zusätzlicher Messvorrichtung (7) zur Bestimmung der Salinität und Anordnung der zweiten und dritten Messvorrichtung in einem Seitenstrom (9).

- 5 Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst eine erste Messvorrichtung (2) zur Bestimmung der Flussrate des Wasserstroms (1). Dazu eignen sich sowohl Messvorrichtungen, die einen Massenstrom ermitteln, als auch Messvorrichtungen, die einen Volumenstrom ermitteln.
- 10 Für die erfindungsgemäße Vorrichtung lassen sich alle aus dem Stand der Technik bekannten Messvorrichtung zur Bestimmung der Flussrate eines Wasserstroms einsetzen, wie zum Beispiel Massendurchflussmesser, Differenzdruckmessungen an Blenden und induktive
- 15 Durchflussmesser. Vorzugsweise wird zur Bestimmung der Flussrate des Wasserstroms ein Massendurchflussmesser verwendet, um die Flussrate des Wasserstroms auch für Wasserströme mit unterschiedlichen Salzgehalten zuverlässig zu bestimmen.
- 20 Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst außerdem eine zweite Messvorrichtung (3) zur Bestimmung der Konzentration an Wasserstoffperoxid in dem Wasserstrom (1). Geeignet sind alle aus dem Stand der Technik bekannten Messvorrichtungen, mit denen sich die Konzentration an Wasserstoffperoxid in
- 25 Wasser bestimmen lässt und die keine oder nur eine geringe Querempfindlichkeit für Peressigsäure zeigen. Geeignet sind beispielsweise Messvorrichtungen, die die Konzentration an Wasserstoffperoxid kolorimetrisch bestimmen und eine für Wasserstoffperoxid spezifische Farbreaktion verwenden, wie
- 30 zum Beispiel die Reaktion von Wasserstoffperoxid mit Titanylsulfat unter Bildung eines löslichen Titan(IV)peroxokomplexes. Vorzugsweise wird zur Bestimmung der Konzentration an Wasserstoffperoxid ein amperometrischer Sensor verwendet, besonders bevorzugt ein
- 35 amperometrischer Sensor, an dem eine Oxidation von

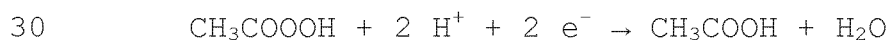
Wasserstoffperoxid gemäß der Reaktionsgleichung



erfolgt. Geeignete amperometrische Sensoren für Wasserstoffperoxid, die keine Querempfindlichkeit für

5 Peressigsäure zeigen, sind im Handel erhältlich, beispielsweise von der Firma ProMinent® unter der Bezeichnung DULCOTEST® PEROX. Die Ansprechzeit dieser Sensoren kann vom Hersteller durch den Austausch der Membran, die den Sensor bedeckt, an die Geschwindigkeit der
10 Änderung der Wasserstoffperoxidkonzentration in dem zu behandelnden Wasserstrom angepasst werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst weiterhin eine dritte Messvorrichtung (4) zur Bestimmung der Konzentration an Peressigsäure in dem Wasserstrom (1). Geeignet sind alle
15 aus dem Stand der Technik bekannten Messvorrichtungen, mit denen sich die Konzentration an Peressigsäure in Wasser bestimmen lässt und die keine oder nur eine geringe Querempfindlichkeit für Wasserstoffperoxid zeigen. Geeignet sind beispielsweise Messvorrichtungen, die die
20 Konzentration an Peressigsäure kolorimetrisch bestimmen und eine für Peressigsäure spezifische Farbreaktion verwenden, wie zum Beispiel die Reaktion von Peressigsäure mit 2,2-Azino-bis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonsäure) Diammoniumsalz (ABTS) unter Bildung eines löslichen
25 Farbstoffs. Vorzugsweise wird zur Bestimmung der Konzentration an Peressigsäure ein amperometrischer Sensor verwendet, besonders bevorzugt ein amperometrischer Sensor, an dem eine Reduktion von Peressigsäure gemäß der Reaktionsgleichung



erfolgt. Geeignete amperometrische Sensoren für Peressigsäure, die eine ausreichend geringe Querempfindlichkeit für Wasserstoffperoxid zeigen, sind im Handel erhältlich, beispielsweise von der Firma ProMinent®
35 unter der Bezeichnung DULCOTEST® PAA. Die Ansprechzeit dieser Sensoren kann vom Hersteller durch den Austausch der

Membran, die den Sensor bedeckt, an die Geschwindigkeit der Änderung der Peressigsäurekonzentration in dem zu behandelnden Wasserstrom angepasst werden. Ebenfalls geeignet sind im Handel angebotene amperometrische Sensoren zur Bestimmung des Gesamtchlorgehalts, beispielsweise die von der Firma ProMinent® unter der Bezeichnung DULCOTEST® CTE-1 angebotenen Sensoren. Da ein Wasserstoffperoxid enthaltender Wasserstrom wegen der raschen Reaktion von Chlor und Hypochlorit mit Wasserstoffperoxid nur geringe Mengen an Chlor und Hypochlorit enthalten kann und die amperometrischen Sensoren zur Bestimmung des Gesamtchlorgehalts auch Peressigsäure bei geringer Querempfindlichkeit für Wasserstoffperoxid erfassen, kann auch mit solchen Sensoren der Gehalt an Peressigsäure in dem Wasserstrom verlässlich bestimmt werden.

Die Verwendung von amperometrischen Sensoren zur Bestimmung der Konzentrationen an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure ermöglicht einen weitgehend automatisierten Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch Personal, wie zum Beispiel eine Schiffsbesatzung, das keine Ausbildung im Betrieb von Analysengeräten hat.

An Stelle von zwei getrennten Messvorrichtungen zur Bestimmung der Konzentrationen an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure kann in der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch eine Messvorrichtung eingesetzt werden, die sowohl die Konzentration an Wasserstoffperoxid als auch die Konzentration an Peressigsäure bestimmt. Ein Beispiel für eine solche Messvorrichtung ist eine automatisierte Titration mit sequentieller cerimetrischer Bestimmung der Wasserstoffperoxidkonzentration und iodometrischer Bestimmung der Peressigsäurekonzentration.

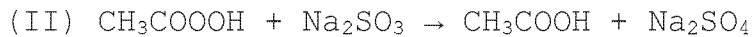
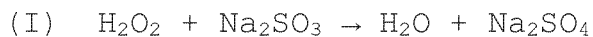
Die Messvorrichtungen zur Bestimmung der Konzentrationen an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure werden vorzugsweise in einem Seitenstrom (9) des Wasserstroms angeordnet, um Beschädigungen der Messvorrichtungen durch im Wasserstrom

mitgeführte Feststoffe zu vermeiden. Zum gleichen Zweck wird im Seitenstrom vorzugsweise ein Filter stromaufwärts vor den Messvorrichtungen angeordnet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst außerdem eine
5 Dosiervorrichtung (5) zur Dosierung eines Reduktionsmittels in den Wasserstrom (1) stromabwärts von der zweiten und dritten Messvorrichtung. Geeignet sind Dosiervorrichtungen zur kontinuierlichen oder intermittierenden Dosierung eines Reduktionsmittels, das vorzugsweise gasförmig oder flüssig
10 und besonders bevorzugt flüssig ist. Vorzugsweise umfasst die Dosiervorrichtung einen Vorratsbehälter (8) und eine regelbare Dosierpumpe (5) für flüssiges Reduktionsmittel, so dass eine kontinuierliche Dosierung des flüssigen Reduktionsmittels mit einem variablen Volumenstrom möglich
15 ist. Besonders bevorzugt umfasst die Dosiervorrichtung eine zwangsfördernde Dosierpumpe, wie beispielsweise eine Membranpumpe, Zahnradpumpe oder Kolbenpumpe, die für die Dosierung von flüssigem Reduktionsmittel die Einstellung eines berechneten Volumenstroms ermöglicht.

20 Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst weiterhin eine Steuereinrichtung (6), die aus der Flussrate des Wasserstroms (1), der Konzentration an Wasserstoffperoxid in dem Wasserstrom und der Konzentration an Peressigsäure in dem Wasserstrom eine Menge an Reduktionsmittel zur
25 Verringerung des Gehalts an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure auf einen gewünschten Wert berechnet und die Dosiervorrichtung (5) zur Dosierung des Reduktionsmittels ansteuert. Die Steuereinrichtung kann als fest verdrahtete Steuerung oder als Berechnungs- und Steuerprogramm auf
30 einem Prozessleitrechner ausgeführt sein. Die Berechnung der Menge an Reduktionsmittel aus der Flussrate des Wasserstroms, der Konzentration an Wasserstoffperoxid in dem Wasserstrom und der Konzentration an Peressigsäure in dem Wasserstrom kann mit empirischen, durch Versuche
35 ermittelten Umrechnungsfaktoren oder vorzugsweise mit aus

der Stöchiometrie der Reduktionsreaktion berechneten Umrechnungsfaktoren erfolgen. Für salzfreie Wasserströme und eine Reduktion mit einer wässrigen Lösung von Natriumsulfit können die Umrechnungsfaktoren auf Basis der Reaktionsgleichungen (I) und (II) berechnet werden.



Für flüssige Reduktionsmittel, die über eine zwangsfördernde Dosierpumpe dosiert werden, kann aus der berechneten Menge an Reduktionsmittel direkt der an der Dosierpumpe einzustellende Volumenstrom berechnet und die Dosierpumpe dementsprechend angesteuert werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine zusätzliche Messvorrichtung (7) zur Bestimmung der Salinität in dem Wasserstrom (1). Der Begriff Salinität bezeichnet dabei die dimensionslose Salinität S auf der Practical Salinity Scale 1978. Die Bestimmung der Salinität kann auf Basis von Dichtemessungen und vorzugsweise auf Basis der elektrischen Leitfähigkeit mit einem Leitfähigkeitssensor erfolgen. Bei dieser Ausführungsform wird von der Steuereinrichtung die Menge an Reduktionsmittel mit der Salinität berechnet. Vorzugsweise wird dabei die für einen salzfreien Wasserstrom berechnete Menge an Reduktionsmittel mit einem durch Versuche ermittelten Korrekturfaktor für die Salinität korrigiert. Für salzhaltige Wasserströme und eine Reduktion mit einer wässrigen Lösung von Natriumsulfit wird vorzugsweise die für einen salzfreien Wasserstrom berechnete Menge an Reduktionsmittel um einen zur Salinität proportionalen Anteil vergrößert. Die Berücksichtigung der Salinität bei der Dosierung des Reduktionsmittels ermöglicht eine zuverlässige Verringerung des Gehalts an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure bis unter vorgegebene Grenzwerte auch bei veränderlichem Salzgehalt des Wasserstroms, ohne dass es zu einer Überdosierung von Reduktionsmittel kommt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Verringerung des Gehalts an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure in einem Wasserstrom wird ein flüssiges Reduktionsmittel mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in den Wasserstrom (1)

- 5 dosiert. Der Wasserstrom ist vorzugsweise ein durch Zusatz von Gleichgewichtspersessigsäure als Biozid behandelter Wasserstrom, insbesondere ein Kühlwasserstrom oder ein Klärwerksablauf und am meisten bevorzugt ein Wasserstrom, der Ballastwassertanks (10) eines Schiffes entnommen wird.

- 10 Im erfindungsgemäßen Verfahren wird vorzugsweise eine wässrige Lösung von Natriumsulfit als flüssiges Reduktionsmittel eingesetzt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine zuverlässige Verringerung des Gehalts an Wasserstoffperoxid und

- 15 Persessigsäure in einem Wasserstrom unter vorgegebene Grenzwerte, wobei durch Verwendung von Natriumsulfit als Reduktionsmittel der Wasserstrom nach der Behandlung nicht mehr die Wasserqualität beeinträchtigende Eigenschaften hat. Dies ermöglicht das Ablassen eines mit
- 20 Gleichgewichtspersessigsäure zur Abtötung von Phytoplankton und Zooplankton behandelten Ballastwassers in Gewässer, wie zum Beispiel enge Hafenbecken, in denen das Ballastwasser nur schlecht verdünnt wird, ohne die Wasserqualität des Gewässers zu beeinträchtigen.

25

Beispiele:

Für die Ausführungsbeispiele wurde Wasser, das einem Trinkwasserleitungsnetz entnommen wurde, mit 80 ppm Gleichgewichtspersessigsäure behandelt, die 14,4 Gew.-%

- 30 Persessigsäure und 13,5 Gew.-% Wasserstoffperoxid enthielt. Das Wasser enthielt nach der Behandlung mit Gleichgewichtspersessigsäure gewichtsbezogen 11,9 ppm Persessigsäure und 13,3 ppm Wasserstoffperoxid.

Zu einem Strom des mit Gleichgewichtspersessigsäure behandelten Wassers wurde in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Figur 1 kontinuierlich eine wässrige Lösung von Natriumsulfit dosiert. Die Konzentrationen an Wasserstoffperoxid und Persessigsäure wurden dabei mit amperometrischen Sensoren der Firma ProMinent® bestimmt. In Beispiel 1 wurde das 1,03-fache der gemäß Reaktionsgleichungen (I) und (II) aus den Konzentrationen an Wasserstoffperoxid und Persessigsäure und der Durchflussmenge an Wasser berechneten stöchiometrischen Menge an Natriumsulfit dosiert. In Beispiel 2 wurde das 1,21-fache der berechneten stöchiometrischen Menge an Natriumsulfit dosiert.

In Beispiel 1 enthielt das Wasser nach der Dosierung von Natriumsulfit gewichtsbezogen 0,1 ppm Persessigsäure und 1,0 ppm Wasserstoffperoxid. In Beispiel 2 enthielt das Wasser nach der Dosierung von Natriumsulfit gewichtsbezogen 0,2 ppm Persessigsäure und 0,1 ppm Wasserstoffperoxid.

Für das mit Gleichgewichtspersessigsäure behandelte Wasser und die in den Beispielen 1 und 2 erhaltenen Wasserströme wurden gemäß den Richtlinien 201 und 202 der OECD zur Testung von Chemikalien die Inhibierung des Algenwachstums und die akute Immobilisierung von Daphnien bestimmt.

Das mit Gleichgewichtspersessigsäure behandelte Wasser bewirkte unverdünnt eine vollständige Hemmung des Algenwachstums von *Desmodesmus subspicatus* mit einem EC₅₀-Wert von 46 % für die Hemmung der Wachstumsrate und von 25 % für die Hemmung der Ausbeute. Der in Beispiel 1 erhaltene Wasserstrom bewirkte dagegen unverdünnt nur eine statistisch nicht signifikante Hemmung der Wachstumsrate von 5 %. Der in Beispiel 2 erhaltene Wasserstrom bewirkte unverdünnt eine Hemmung der Wachstumsrate von 13 %.

Das mit Gleichgewichtspersessigsäure behandelte Wasser bewirkte unverdünnt eine vollständige Immobilisierung von

Daphnia magna mit einem EC₅₀-Wert von 12 %. Die in den Beispielen 1 und 2 erhaltenen Wasserströme bewirkten dagegen auch unverdünnt keine Immobilisierung und zeigten keine erkennbare Auswirkung auf Daphnien.

- 5 Die Beispiele zeigen, dass sich mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem erfindungsgemäßen Verfahren in einem Wasserstoffperoxid und Peressigsäure enthaltenden Wasserstrom die Gehalte an Wasserstoffperoxid und Peressigsäure zuverlässig so verringern lassen, dass der
- 10 Wasserstrom bei der Einleitung in Gewässer keine schädlichen Auswirkungen auf Wasserorganismen hat.

Liste der Bezugszeichen:

- (1) Wasserstrom
- 15 (2) Messvorrichtung zur Bestimmung der Flussrate
- (3) Messvorrichtung zur Bestimmung der Konzentration an Wasserstoffperoxid
- (4) Messvorrichtung zur Bestimmung der Konzentration an Peressigsäure
- 20 (5) Dosiervorrichtung zur Dosierung eines Reduktionsmittels
- (6) Steuereinrichtung
- (7) Messvorrichtung zur Bestimmung der Salinität
- (8) Vorratsbehälter für flüssiges Reduktionsmittel
- 25 (9) Seitenstrom
- (10) Ballastwassertanks

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Verringerung des Gehalts an
Wasserstoffperoxid und Peressigsäure in einem
Wasserstrom (1), umfassend
5 eine erste Messvorrichtung (2) zur Bestimmung der
Flussrate des Wasserstroms,
eine zweite Messvorrichtung (3) zur Bestimmung der
Konzentration an Wasserstoffperoxid in dem
Wasserstrom,
10 eine dritte Messvorrichtung (4) zur Bestimmung der
Konzentration an Peressigsäure in dem Wasserstrom,
eine Dosiervorrichtung (5) zur Dosierung eines
Reduktionsmittels in den Wasserstrom stromabwärts von
der zweiten und dritten Messvorrichtung und
15 eine Steuereinrichtung (6), die aus der Flussrate des
Wasserstroms, der Konzentration an Wasserstoffperoxid
in dem Wasserstrom und der Konzentration an
Peressigsäure in dem Wasserstrom eine Menge an
Reduktionsmittel zur Verringerung des Gehalts an
20 Wasserstoffperoxid und Peressigsäure auf einen
gewünschten Wert berechnet und die Dosiervorrichtung
zur Dosierung des Reduktionsmittels ansteuert.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Messvorrichtung zur Bestimmung der
Konzentration an Wasserstoffperoxid in dem Wasserstrom
einen amperometrischen Sensor umfasst.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass die Messvorrichtung zur Bestimmung der
Konzentration an Peressigsäure in dem Wasserstrom
einen amperometrischen Sensor umfasst.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,

dass sie eine zusätzliche Messvorrichtung (7) zur Bestimmung der Salinität in dem Wasserstrom umfasst und die Steuereinrichtung die Menge an Reduktionsmittel mit der Salinität berechnet.

- 5 5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Messvorrichtung zur Bestimmung der Salinität
 einen Leitfähigkeitssensor umfasst.
- 10 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Dosiervorrichtung zur Dosierung eines
 Reduktionsmittels einen Vorratsbehälter (8) und eine
 regelbare Dosierpumpe (5) für flüssiges
 Reduktionsmittel umfasst.
- 15 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die zweite und dritte Messvorrichtung in einem
 Seitenstrom (9) des Wasserstroms angeordnet sind.
- 20 8. Verfahren zur Verringerung des Gehalts an
 Wasserstoffperoxid und Peressigsäure in einem
 Wasserstrom, umfassend eine Dosierung eines flüssigen
 Reduktionsmittels in den Wasserstrom mit einer
 Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7.
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
 dass der Wasserstrom Ballastwassertanks (10) eines
 Schiffes entnommen wird.
- 30 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass das flüssige Reduktionsmittel eine wässrige
 Lösung von Natriumsulfit ist.