

Beschreibung

Energiesparende Meerwasserentsalzung durch Sonnenlicht

Seit sehr langer Zeit wird „Süßwasser“ aus Salzwasser durch Sonnenlicht / Sonnenwärme und Verdunstung gewonnen. In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu wissen, dass die für den Menschen nutzbaren Wasservorräte der Erde überschaubar sind und immer knapper werden. Je nach Veröffentlichung sind 97,5% des gesamten Wassers Salzwasser und von den verbleibenden 2,5% nur 3% zugänglich. Wasser mit einem Salzgehalt von unterhalb 0,1-0,2‰ wird häufig als Süßwasser bezeichnet und bedarf als Trinkwasser noch weiterer Aufbereitung. Es gibt etliche Verfahren zur Meerwasserentsalzung doch nur wenige Verfahren produzieren den weitaus größten Teil des Süßwassers (Verdunstung, Druck usw.). Druck und Wärme machen 25-50% der Kosten aus. Angesichts der weltweit über zwei Milliarden Menschen, die keinen Zugang zu Trinkwasser haben sind neue energiesparende, preiswerte und einfache Lösungen gefragt.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Entsalzung von Meerwasser durch solare Verdunstung und Kondensation – Wasserbehandlung durch Destillation mittels Solarenergie.

Die Grundidee basiert auf dem bekannten Prinzip des „Solar Still“. Schwarzes Becken und eine transparente schräge Abdeckung mit Kondensation an der Innenseite sowie Ableitung des Kondensats in einer Sammelrinne sind Stand der Technik. Solarentsalzungsanlagen mit Becken, transparenter Haube und Kondensatsammlung sind seit Jahrzehnten patentiert. Auch Ventilatoren zur Verbesserung der Kondensation sind bereits vorgeschlagen worden.

Neu ist eine flexible Folienstruktur statt starrer Konstruktion, Nutzung von Wind zur aktiven Dampfbewegung, Tropfenfänger als strukturelle und funktionale Elemente, adaptive Folienstruktur (aufstellbar, absenkbar, beschwert), Mehrschicht-Folien mit dampfdurchlässiger Mittelschicht und Low-Tech-Konzept mit minimaler Infrastruktur.

Da sehr viele verschiedene Verfahren zur Meerwasserentsalzung existieren, sind hier nur einzelne weitere Beispiele aufgeführt:

Bei der Elektrodialyse werden elektrochemisch in Ionenaustauschermembranen in Kombination mit einer angelegten elektrischen Spannung Ionen von ungeladenen Teilchen getrennt. Stapel aus elektrisch abwechselnden Membranen bestehen aus vielen Paaren. So wird eine Anreicherung der Salze und gleichzeitig in anderen Bereichen der Stapel eine Verringerung an Salzen erreicht. Der Energieaufwand von Elektrodialyse-Trennungen ist

proportional zur Salzkonzentration. Aus diesem Grund ist die Elektroosmose bei geringen Salzkonzentrationen besser als z. B. die Umkehrosmose, bei der unter hohem Druck die Salzlösung durch eine semipermeable Membran gepresst wird.

Bei der kapazitiven Entionisierung sind lediglich poröse Kohlenstoffelektroden und Elektrizität nötig. Sie basiert auf einem reversiblen elektrochemischen Prinzip. Im Elektrodenmaterial werden die Ionen aufgenommen. Für ein Elektron an der Anode und einer positiven Ladung an der Kathode wird im Idealfall je ein Kation und ein Anion aufgenommen. Zudem wird auch bzgl. der Einlagerung der Ionen als Energiespeicher, an neuen Kohlenstoffnanomaterialien wie Graphen oder sogenannten „Kohlenstoffnanozwiebeln“ geforscht.

Andere interessante Ansätze zur Meerwasserentsalzung / Deionisierung von Wasser sind z.B. eine Entsalzung durch ein Gel (Institut für Technische Chemie und Polymerchemie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), „Hydrogel“). Entscheidend sind dabei elektrisch geladene Molekül-Gruppen, die im Wasser gelöste Salze beim Eindringen in das Gel zurückhalten. Wird der aufgequollene Absorber ausgepresst, ist das austretende Wasser viel salzärmer als zuvor. Eine weitere Idee ist es durch Salzentfernung im Vergleich zur Wassergewinnung weniger Energie zu verbrauchen (Fa. Adionics SAS: AquaOmnes).

Bekannte Systeme haben z.B. folgende Probleme: hohe Baukosten, starre Konstruktionen, mangelnde Skalierbarkeit, ineffiziente Nutzung von Wind, begrenzte Kondensationsflächen, hoher Materialeinsatz und komplexe Technik.

Das allgemeine Problem der Meerwasserentsalzung / Deionisierung von Wasser besteht darin preiswert, energiesparend und massenhaft Süßwasser zu erzeugen.

Es existieren viele Lösungen zur Meerwasserentsalzung (Deionisierung), z.B.:

DE000002650482A1, Verdampfung durch Sonnenwärme,

DE202007012405U1, Destillation, Elektro- oder Sonnenenergie,

CN000211445106U, mit Verdampfung,

CN000208667184U, ferner mit Membranen,

CN000206278964U, durch Umkehrosmose,

CN000112062233A, nur z.T. Rückführung von Salzwasser,

DE202021102883U1, unter Verwendung von Rohrleitungssystemen durch Elektrizität und / oder magnetischen Feldern,

DE000004334317A1, elektrochemisches Membranverfahren,

DE3612188A1 Solarentsalzungsanlage mit Solarabsorber und Kondensator,
EP0970018B1, Solarentsalzungsanlage mit Verdunstungsbecken und
Kondensationsoberfläche,
US20080078670A1, „Solar Still“ mit transparentem Dach und Kondensatsammlung,
WO001998022203A1, hintereinandergeschaltete Elektrodialyse.

Meine Erfindung basiert auf der Weiterentwicklung der Meerwasserentsalzung durch Verdunstung, um somit energiesparend, kostengünstig und einfach Süßwasser zu erhalten.

Die vorhandenen Lösungen erfüllen ihre den Umständen entsprechende Funktion haben aber nicht die Möglichkeiten der o.g. Erfindung.

Die Möglichkeit einer effektiven Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser ist gewünscht und die im Schutzanspruch 1 angegebene Erfindung zur sehr schnellen Herstellung einer Low-Tech-Anlage unter Nutzung der Verdunstung durch Sonnenwärme erfüllt diese Anforderungen.

Ausführungsbeispiele:

Salzwasser wird aus dem Meer in große flache Becken gepumpt. Die Pumpen und die Zu- bzw. Ableitungen sind in Fig.1 nicht dargestellt. Wie im Schutzanspruch 1 dargestellt umfasst die Meerwasserentsalzungsanlage ein Verdunstungsbecken mit Meerwasser **1**, das in einer einfachen Ausführung (Fig.1) am Boden mit einer schwarzen (z.B. Teich-) Absorber - Folie **2** ausgekleidet ist. Die Ränder sind nach Schutzanspruch 2 in dieser einfachen Ausführung nur erhöht (mit Steinen, Sand o.a.) oder es werden flache Becken angelegt. Wie im Schutzanspruch 3 dargestellt ist über dem Verdunstungsbecken eine transparente Folie **3** gespannt ggf. mit einem Spannsystem. Die transparente Folie dient als Kondensationsfläche. Die transparente Folie wird über dem Becken gespannt und hat optional eine Stützstruktur. Nach Schutzanspruch 4 kondensiert verdunstetes Wasser **4** an der Unterseite der transparenten Folie und tropft auf die transparente, dampfdurchlässige, schräge mittlere Folie **6** (z.B. wie ein feinstes Gitter, ohne schädliche Chemikalien) und wird an einer Seite in einer Sammelrinne **5** aufgefangen. Wie im Schutzanspruch 5 dargestellt wird Regenwasser oberhalb der durchsichtigen Folie ebenfalls in Sammelrinnen abgeleitet.

Optional werden nach Schutzanspruch 6 Tropfenfänger **7** installiert, die auch als Stützkonstruktion dienen können. Wie im Schutzanspruch 7 dargestellt können zusätzlich mit Solarzellen / Photovoltaik betriebene Ventilatoren **8** (benötigte Stromerzeugung je nach

Sonneneinstrahlung und Verdampfung) oder durch Wind / Luftbewegung mit einer Windführung die Feuchtigkeit effektiver zu den (horizontal oder vertikal installierten) Tropfenfängern transportieren.

Optional kann nach Schutzanspruch 8 eine Kühlung durch Meerwasser die Kondensation verstärken.

Wie im Schutzanspruch 9 dargestellt kann, statt der transparenten Kondensationsfolie, über dem Becken eine Glas- oder Kunststoffabdeckung installiert werden.

Reinigungsroboter / ein automatisches Reinigungssystem, die z.B. drahtlos mit Solarzellen aufgeladen werden, halten nach Schutzanspruch 10 die Becken, Folien und andere Strukturen der Anlage sauber.

Wenn Folien verwendet werden - wie im Schutzanspruch 11 dargestellt - können diese bei stärkerem Wind mit der Stützstruktur / Stützpfeuern herabgelassen werden. Zusätzlich kann zur Beschwerung Meerwasser auf die oberste Folie geleitet werden. Ist in der einfachen Ausführung keine Stützstruktur vorhanden wird / werden die Folie(n) nach Schutzanspruch 12 bei Wind o.ä. abgesenkt und ggf. ebenfalls mit Meerwasser beschwert.

Wie im Schutzanspruch 13 dargestellt ist optional eine Isolierung unterhalb der schwarzen (Absorber-) Folie installiert.

Optional wird nach Schutzanspruch 14 Salzwasser fein verteilt, das eingespritzt oder vernebelt wird.

Wie im Schutzanspruch 15 dargestellt kann in der Mitte optional ein Teil der Fläche mit durchsichtiger Folie gespannt werden, die als zusätzlicher Ablauf des Kondenswassers dient und als zusätzliche Sammelrinnen funktionieren. Zwischen den Teilfolien kann Dampf aufsteigen.

Zusätzlich sind nach Schutzanspruch 16 neben Filtern, Gittern, Methoden zur Entfernung von Algen (z.B. Ozon, UV-Licht usw.) auch (z.B. UV-) Desinfektion und andere Aufbereitungen für Trinkwasser installiert.

Der Zu- und Abfluss der Meerwasserentsalzungsanlage kann - wie im Schutzanspruch 17 dargestellt - aus zwei großen Pipelines bestehen, deren Mündung so weit auseinander liegen müssen, dass der Zufluss nicht mit der höheren Salzkonzentration des Abflusses vermischt wird. Dies ist z.B. gut realisierbar wenn die Mündungen der Pipelines zusätzlich in

unterschiedlichen Höhen sind. Außerdem ist für die Umwelt darauf zu achten, dass die höhere Salzkonzentration des Abflusses keine Schäden in der Unterwasserwelt verursacht.

Die Deionisierung erfolgt nach Schutzanspruch 18 bei normalen Umgebungstemperaturen und Druckverhältnissen (abgesehen vom durch die Pumpen erzeugtem Druck).

Die Pumpen können - wie im Schutzanspruch 19 dargestellt – z.B. den nötigen bzw. unterstützenden Strom durch eine Photovoltaikanlage / Solarzellen neben den Becken oder durch Windkraftanlagen erhalten.

Ein großer Vorteil besteht darin, wie auch bei anderen Methoden zur Deionisierung, dass primär und abgesehen von Pumpenbestandteilen keine beweglichen Teile vorhanden sind, die regelmäßiger Wartung bedürfen oder ausfallen können.

Die Anlagen sind kostengünstig, modular, skalierbar, energiesparend und besonders geeignet für trockene Küstenregionen.

Bezugszeichenliste

- (1) Meerwasser / ionisiertes Wasser
- (2) schwarze Absorberfolie / dünne schwarze Absorberplatte
- (3) transparente Folie / Glas- oder Kunststoffabdeckung
- (4) kondensiertes Süßwasser
- (5) Sammelrinne für Süßwasser
- (6) dampfdurchlässige wasserabweisende Folie
- (7) Tropfenfänger
- (8) Wind (- Führung) / Ventilator

Schutzansprüche

1. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Meerwasserentsalzungsanlage ein Verdunstungsbecken mit Meerwasser umfasst, das am Boden mit einer schwarzen (z.B. Teich-) Absorber – Folie ausgekleidet ist.

2. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Ränder der Becken erhöht sind (mit Steinen, Sand o.a. Stützstruktur) oder flache Becken angelegt werden.

3. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass über dem Verdunstungsbecken eine transparente Folie gespannt ist, ggf. mit einem Spannsystem. Die transparente Folie hat optional eine Stützstruktur.

4. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass verdunstetes Wasser an der Unterseite der transparenten Folie kondensiert und auf die transparente nicht Wasser aber dampfdurchlässige, schräge mittlere Folie (z.B. wie ein feinstes Gitter) tropft und an einer Seite in einer Sammelrinne aufgefangen wird.

5. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass Regenwasser oberhalb der durchsichtigen Folie in die Sammelrinnen abgeleitet wird.

6. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass Tropfenfänger installiert werden, die auch als Stützkonstruktion dienen können.

7. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass zusätzlich mit Solarzellen / Photovoltaik betriebene Ventilatoren oder durch Wind / Luftbewegung mit einer Windführung die Feuchtigkeit zu den (horizontal oder vertikal installierten) Tropfenfängern transportieren.

8. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Kühlung mit Meerwasser die Kondensation verstärkt.

9. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass statt der transparenten Kondensationsfolie über den Becken eine Glas- oder Kunststoffabdeckung installiert wird.

10. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein automatisches Reinigungssystem / Reinigungsroboter, die z.B. drahtlos mit Solarzellen aufgeladen werden, die Becken, Folien und andere Strukturen der Anlage reinigen.

11. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass Folien bei stärkerem Wind mit der Stützstruktur / Stützpfeuern herabgelassen werden. Zusätzlich kann zur Beschwerung Meerwasser auf die oberste Folie geleitet werden.

12. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass in der einfachen Ausführung die Folien bei Wind abgesenkt und ggf. mit Meerwasser beschwert werden.

13. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Isolierung unterhalb der schwarzen (Absorber-) Folie installiert wird.

14. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Salzwasser fein verteilt, d.h. eingespritzt oder vernebelt wird.

15. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass in der Mitte ein Teil der Fläche mit durchsichtigen Folien bespannt wird (zusätzlicher Ablauf des Kondenswassers / zusätzliche Sammelrinnen). Zwischen den Teilfolien steigt Dampf auf.

16. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass neben Filtern, Gittern, Methoden zur Entfernung von Algen und anderen Meerwasserbestandteilen (z.B. Ozon, UV-Licht usw.) auch (z.B. UV-) eine Desinfektion und andere Aufbereitungen für Trinkwasser installiert werden.

17. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Zu- und Abfluss der Meerwasserentsalzungsanlage aus mindestens zwei großen Pipelines besteht, deren Mündungen so weit auseinander liegen, dass der Zufluss nicht mit der höheren Salzkonzentration des Abflusses vermischt wird. Dies ist z.B. realisierbar wenn die Mündungen der Pipelines zusätzlich in unterschiedlichen Höhen sind.

18. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Deionisierung bei normalen Umgebungstemperaturen und Druckverhältnissen erfolgt (abgesehen vom durch die Pumpen erzeugtem Druck).

19. Meerwasserentsalzung bzw. Deionisierung von Wasser durch Sonnenlicht nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Pumpen Strom durch eine Photovoltaikanlage / Solarzellen oder durch Windkraftanlagen erhalten, die neben den Becken installiert sind.

Fig. 1

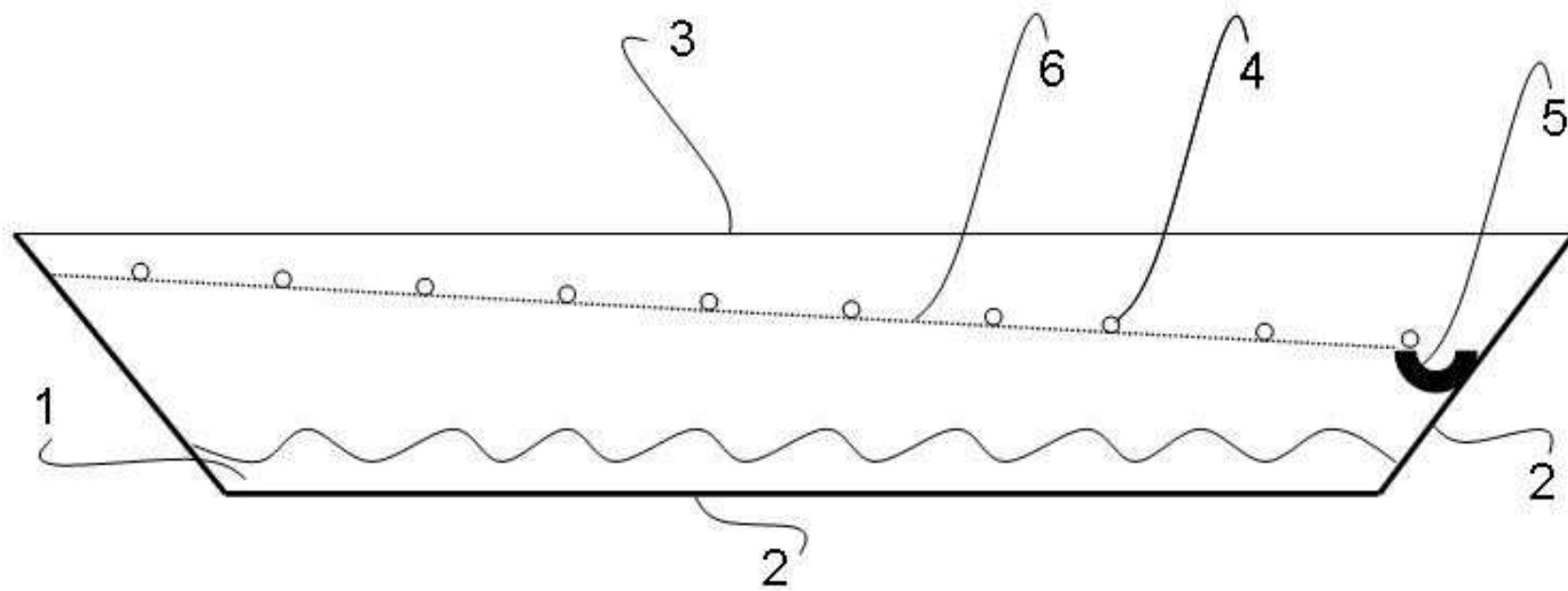


Fig. 2

