

(19)



Deutsches  
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2008 005 412 B4** 2012.08.23

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 005 412.7**

(22) Anmeldetag: **21.01.2008**

(43) Offenlegungstag: **23.07.2009**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **23.08.2012**

(51) Int Cl.: **C02F 3/34 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Horn, Martin, Dipl.-Ing., 16833, Fehrbellin, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Seemann & Partner, 20095,  
Hamburg, DE**

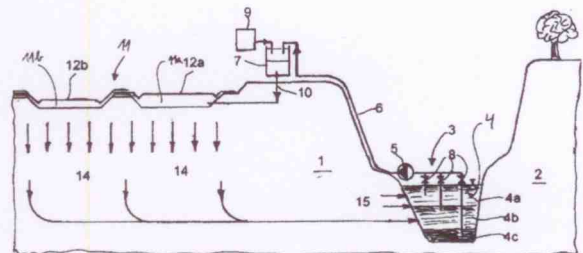
(72) Erfinder:  
**Luther, Günter, 21502, Geesthacht, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	41 06 781	A1
GB	1 432 667	A
US	6 235 196	B1
US	5 632 715	A
EP	1 154 956	B1
EP	1 066 889	A2

(54) Bezeichnung: **Entsäuerung von schwefelsauren Tagebaugewässern**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Entsäuern eines schwefelsauren Tagebaugewässers (4), dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teilvorrat des schwefelsauren Tagebaugewässers (4) aus dem Gewässer in wenigstens ein gegen die äußere sauerstoffhaltige Luftatmosphäre dichtes und außerhalb des Tagebaugewässers (4) ausgebildetes Becken (11a, 11b) eingebracht wird, wobei dem in das Becken (11a, 11b) eingebrachten Wasser des Teilvorrats Nährstoffe und Reagenzien für das Wachstum von Eisen und Sulfat abbauenden Bakterien zugeführt werden oder sind und unterhalb des Beckens (11a, 11b) ein Sickerbereich (14) vorgesehen ist, so dass sulfatreduziertes Wasser aus dem Becken (11a, 11b) im Sickerbereich versickert.



### Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Entsäuern eines schwefelsauren Tagebaugewässers, insbesondere eines Randschlauchgewässers.

**[0002]** Es ist bekannt, dass durch Bergbauaktivitäten, beispielsweise bei der Braunkohleförderung, Steinkohleförderung oder auch der Erzförderung sowie der Förderung von Mineralien, geologische Schichten entstehen, bei denen der natürliche Schwefelhaushalt gestört ist. Hierdurch sind in vielen Bereichen im Zuge der Förderung von Braunkohle, Steinkohle, Erzen und Mineralien Seen oder Bergbaukippen entstanden, die unter ökologischen Gesichtspunkten hochgradige Problembereiche darstellen, die mit großen Umweltschäden einhergehen.

**[0003]** Ein Grundprozess dieser Vorgänge ist beispielsweise die Bildung von Schwefelsäure durch biotische oder abiotische Prozesse. Hierdurch entstehen hochgradige Umweltprobleme, da beispielsweise allein in der Bundesrepublik Deutschland die zu erwartende Menge an entstandenem oder noch entstehendem gelösten Sulfat in Tagebaurestseen oder Bergbaukippen auf mehrere Mio. t geschätzt werden.

**[0004]** Das Problem schwefelsaurer Seen an sich ist seit langem bekannt, allerdings mit Ursachen, die überwiegend auf eine allgemeine Luftverschmutzung zurückzuführen sind. Erfahrungen mit regenversauerten Weichwasserseen sind deshalb nur mit großen Einschränkungen auf die sehr andersartigen geogen versauerten Bergbauseen übertragbar. Problemlösungen, wie die an diesen Weichwasserseen praktizierten großflächigen Kalkungen, sind für geogen versauerte Tagebaurestseen oder Bergbaukippen regelmäßig nicht übertragbar.

**[0005]** Aus der europäischen Patentanmeldung EP 1 066 889 A2 ist eine Anordnung zur in situ-Entsäuerung schwefelsauren und/oder Schwefelsäure belasteten Wassers bekannt, wobei diese Anordnung in einem Wasservorrat Trägermittel umfasst, in denen sich Mikroorganismen ansiedeln können, wobei Mittel für die Zufuhr von Mikroorganismen im Wasservorrat vorgesehen sind. Mittels dieser Anordnung ist es möglich, in einem großen Maßstab großvolumige Wässer, insbesondere Tagebaurestseen, zu sanieren, um die Wasserqualität langfristig zu sichern und dabei keine neuen Restprodukte bei der Art der bekannten Behandlung entstehen zu lassen.

**[0006]** Zur Aufbereitung und Reinigung von Wässern bzw. Gewässern mit unterschiedlichen Inhaltsstoffen werden neben mechanischen und chemischen Verfahren auch mikrobiologische oder mikrobielle Verfahren angewandt. Mikrobiologische Ver-

fahren benötigen in der Regel lange Verweilzeiten im Reaktionsraum und damit große Reaktorvolumina. Zur Optimierung des Verfahrensablaufs werden hierbei die im Gewässer befindlichen Bakterienstämme genutzt. Verfahrensabhängig werden an bestimmten Stellen des Verfahrensablaufs auch verschiedene Nährstoffe, Nährstoffmengen oder Reagenzien zugegeben.

**[0007]** Typischerweise haben saure Tagebaurestseen einen pH-Wert, der Werte um  $\text{pH} = 2,5$  erreichen kann. Der  $\text{SO}_4$ -Gehalt dieser Seen beträgt zum Teil Werte bis 1.500 mg/l oder 1,5 kg/m<sup>3</sup>. Die Ursache hierfür ist die Verwitterung des Pyrits, das sich zuvor im Abraum befand.

**[0008]** Bei der biologischen Neutralisation bzw. Sulfatreduktion werden sulfatreduzierende Bakterien genutzt, die in der Lage sind, der Sulfatverbindung unter anaeroben Umgebungsbedingungen den Sauerstoff zu entziehen. Unter der Voraussetzung, dass genügend freies gelöstes Eisen in Form von Eisen (II) im Wasser vorhanden ist, entsteht aus dem freigesetzten Schwefel wieder das neutrale Pyrit. Unter der Voraussetzung, dass als Reagenz ein  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -haltiger Rohstoff als Reagenz verwendet wird, ist verfahrenstechnisch der Sulfatreduzierung eine mikrobiologische Eisenreduzierung vorzuschalten.

**[0009]** Vor der Entstehung von Tagebaurestseen bzw. -gewässern erfolgte der Braunkohleabbau im Tagebau, wobei zum Abbau der Flöze, die von grundwasserleitenden Schichten begleitet werden, eine weiträumige Grundwasserabsenkung im Bereich des Tagebaus erfolgen musste. Nach Beendigung der Braunkohleentnahme entstehen bzw. entstanden Tagebaugewässer, vorzugsweise an deren Rändern. Insbesondere entstehen an den Rändern der Abraumhalde so genannte Randschläuche, die zwischen der Abraumhalde des Tagebaus und dem natürlich bestehenden Erdreich ausgebildet sind.

**[0010]** Durch den Sauerstoffeintrag, verursacht durch die freien Oberflächen, die während des Braunkohleabbaus durch Baggern zwangsläufig geschaffen wurden und durch das danach eindringende sauerstoffhaltige Regenwasser wird der als sulfidgebundene Schwefel zu Sulfat oxidiert, so dass sich schwefelsaure Gewässer bilden. Aufgrund des Verwitterungsprozesses befinden sich sowohl eisenhaltige als auch schwefelhaltige Verbindungen in nahezu ausgeglichener Menge gelöst im Gewässer bzw. am Gewässergrund.

**[0011]** In EP 1 154 956 B1 ist ein Verfahren zur mikrobiellen in-situ Sanierung von schwefelsauren Restseen des Braunkohletagebaus unter Ausnutzung der bakteriellen Sulfatreduktion beschrieben, wobei die Sanierung durch Zusatz von der Rübenzuckerproduktion anfallenden Carbonatationsschlamm

