

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN entfällt	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Wachstumskern MBC - Verbundprojekt 5: „BIORAS“ - Biocere zur Reduzierung anionischer Schadstoffe in belasteten Wässern (Teilprojekt 1 bis 4)	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] 1) TUD-IfG: Ostermann, Kai, Rödel, Gerhard 2) TUD-IfWW: Matys, Sabine, Pompe, Wolfgang 3) GMBU: Soltmann, Ulrich, Böttcher, Horst 4) BPS: Kießig, Gunter, Griebel, Ingeborg, Jobski, Sandra, Hermann, Eiko	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2010
	6. Veröffentlichungsdatum 12/2010
	7. Form der Publikation Schlussbericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) 1) TUD-IfG: Institut für Genetik der TU Dresden, 01062 Dresden, Prof. Gerhard Rödel 2) TUD-IfWW: Institut für Werkstoffwissenschaft der TU Dresden, Professur für Materialwissenschaft und Nanotechnik, 01062 Dresden, Prof. Gianaurelio Cuniberti 3) GMBU: Gesellschaft zur Förderung von Medizin, Bio- und Umwelt- technologien e.V., Fachsektion "Funktionelle Schichten", Postfach 520 160, 01317 Dresden, Dr. Hellfried Haufe 4) BPS: B.P.S. Engineering GmbH, Reinsdorfer Str. 26, 08066 Zwickau, Eiko Herrmann (GF)	9. Ber. Nr. Durchführende Institution entfällt
	10. Förderkennzeichen 03WKBH3 "BIOMATUM" (03WKBH5A, 03WKBH5B, 03WKBH5C, 03WKBH5D)
	11. Seitenzahl 155
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung - BMBF 53170 Bonn	13. Literaturangaben 22
	14. Tabellen 35
	15. Abbildungen 115
16. Zusätzliche Angaben entfällt	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) entfällt	

18. Kurzfassung

Das Gesamtziel des Vorhabens bestand in der Entwicklung von Bioceren zur effizienten Reduzierung der Konzentrationen toxischer Anionen in geogen oder anthropogen belasteten Grundwässern oder in Abwässern der Industrie, insbesondere des Erzbergbaus, die unbehandelt eingeleitet zu nicht tolerablen Belastungen oberirdischer Gewässer führen würden. Dabei sind Biocere Materialien, in denen Mikroorganismen oder Teile von ihnen im Ergebnis eines Sol-Gel-Prozesses in einer hochporösen keramischen Matrix immobilisiert werden.

Im Hinblick auf die Erreichung des Projektzieles wurden von den Projektpartnern (TU Dresden IfG, IfWW; GMBU e. V.; BPS GmbH) differenzierte, jedoch in ihren Zielstellungen aufeinander abgestimmte Aufgaben realisiert.

Die im IfWW der TU Dresden durchgeführten Arbeiten zur Charakterisierung verschiedener Bakterienstämme (darunter 10 neue Haldenisolate) im Hinblick auf Kultivierungsbedingungen und Arsenbindungsvermögen lieferten wichtige grundsätzliche Erkenntnisse. Durch die gewonnene Erfahrung bei der Kultivierung neuer Bakterienstämme und der Anpassung bereits etablierter Laborprotokolle für die S-Layer-Isolierung konnte die vorhandene Kompetenz auf diesem Gebiet beträchtlich gestärkt werden. Mit Hilfe der Live/Dead-Färbung konnten Aussagen zur Überlebensfähigkeit der verschiedenen neuen Bakterienstämme in wässrigen Lösungen abgeleitet werden, die entscheidend zur Optimierung künftiger Versuchsansätze beitragen. Anhand der Einführung von Thiolgruppen wurde exemplarisch ein neuer, viel versprechender Weg zur Optimierung der Metallbindung an isolierten S-Layern über biochemische Modifizierung gefunden. Gleichzeitig konnte erfolgreich ein neuer, sensitiver Test zum Nachweis von Thiolgruppen eingeführt werden. Die Untersuchungen an immobilisierten bakteriellen Sporen führten ebenso zu neuen Erkenntnissen, die künftig bei der Erzeugung langzeitlagerfähiger Biocermaterialien relevant werden könnten.

Durch die im IfG der TU Dresden durchgeführten Arbeiten und die vielfältigen generierten Hefen wurde das im MBC-Wachstumskern verfügbare Methodenspektrum erheblich erweitert.

Es wurden umfangreiche Proben der generierten Hefen zur Messung der Biosorption zur Verfügung gestellt. Dabei wurden Proben sowohl mit lebenden Hefen als auch Zellysate bereitgestellt. Einige Analysen zeigten viel versprechende Ergebnisse, die leider nicht reproduzierbar waren und daher zurzeit nicht belastbar sind.

Die im Rahmen des Projekts von der GMBU durchgeführten Arbeiten konzentrierten sich auf die Einbindung lebender Mikroorganismen in dünne Schichten und keramische Formkörper.

Die Entwicklung poröser Sol-Gel-Trägermaterialien zur funktionserhaltenden Einbettung von Mikroorganismen stellte einen zentralen Punkt im Gesamtprojekt dar. Um den unterschiedlichen anionischen Schadstoffen gerecht zu werden, waren neben der Entwicklung und Ableitung geeigneter Oberflächenbeschichtungen weiterhin Untersuchungen zur Erzeugung kostengünstiger, granularer Materialien notwendig, um insbesondere im Bereich der Biosorption und Sorption von Arsen und Uran wirtschaftliche Lösungswege zu finden. Zudem gelang über die Nutzung der Freeze-Gelation Technik die Entwicklung von trocken lagerfähigen, biologisierten Formkörpern mit gezielt eingestellter Porengrößenverteilung, um so neue Perspektiven zur Nutzung von genetisch modifizierten Mikroorganismen in der Bioverfahrenstechnik zu eröffnen.

Es konnten gute Lösungen zur Verstoffwechslung von Cyanid, zur Entfernung von Arsen und Uran über Sorptions- und Biosorptionsprozesse und zur Einbindung von Mikroorganismen in Formkörper mit gerichteter Porengrößenverteilung gefunden werden.

Durch die BPS GmbH wurden statische und kinetische Untersuchungen zur Bindung von Arsen und Uran durch Biocere sowie zur Verstoffwechslung von Cyanid durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten sowohl mit synthetischen, als auch mit Brunnen- und Bergbauwässern. Darüber hinaus wurde, ausgehend von zwei unterschiedlichen Ansätzen, die Fixierung von Arsen und Uran in den Kolonnen modelliert. Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden hinsichtlich technologischer und wirtschaftlicher Aspekte bewertet. Der Respons der Untersuchungen bildete die Basis für die Weiterführung der Untersuchungen der Forschungspartner.

19. Schlagwörter

Wasserbehandlung, Biokeramik, Sol-Gel-Prozess, Arsen, Uran, Cyanid

20. Verlag
entfällt

21. Preis
entfällt

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN NA	2. type of document (e.g. report, publication) report
3. title Wachstumskern MBC - Verbundprojekt 5: „BIORAS“ - Biocere zur Reduzierung anionischer Schadstoffe in belasteten Wässern (Teilprojekt 1 bis 4)	
4. author(s) (family name, first name(s)) 1) TUD-IfG: Ostermann, Kai, Rödel, Gerhard 2) TUD-IfWW: Matys, Sabine, Pompe, Wolfgang 3) GMBU: Soltmann, Ulrich, Böttcher, Horst 4) BPS: Kießig, Gunter, Griebel, Ingeborg, Jobski, Sandra, Hermann, Eiko	5. end of project 30.06.2010 6. publication date 12/2010 7. form of publication report
8. performing organization(s) (name, address) 1) TUD-IfG: Institut für Genetik der TU Dresden, 01062 Dresden, Prof. Gerhard Rödel 2) TUD-IfWW: Institut für Werkstoffwissenschaft der TU Dresden, Professur für Materialwissenschaft und Nanotechnik, 01062 Dresden, Prof. Gianaurelio Cuniberti 3) GMBU: Gesellschaft zur Förderung von Medizin, Bio- und Umwelttechnologien e.V., Fachsektion "Funktionelle Schichten", Postfach 520 160, 01317 Dresden, Dr. Hellfried Haufe 4) BPS: B.P.S. Engineering GmbH, Reinsdorfer Str. 26, 08066 Zwickau, Eiko Herrmann (GF)	9. originator's report no. NA 10. reference no. 03WKBH3 (03WKBH5A, 03WKBH5B, 03WKBH5C, 03WKBH5D) 11. no. of pages 155
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references 22 14. no. of tables 35 15. no. of figures 115
16. supplementary notes NA	
17. presented at (title, place, date) NA	

18. abstract

The aim of the project was the design and development of biologically modified ceramics (biocers) for the efficient removal of toxic anions (cyanide, arsenic, uranium) from ground water or effluents from industry and ore mining. The concept based on the combination of bioactive or biosorptive biocomponents with a ceramic-like oxide matrix. The functionality of the biocer-materials is caused by the activity of the embedded microorganisms (e.g. cyanide degradation, biosorption) and by the matrix system, which acts as a porous immobilization matrix and show a good sorption capability for various heavy metals also.

The project was accomplished by the co-operation of three research institutes (IfWW, IFG, and GMBU) and the BPS GmbH as a small enterprise.

The work of the IfWW was focused on the cultivation of different bacterial strains (amongst others new isolates from uranium waste piles) and the characterization their biosorption capability. Optimized protocols for the cultivation of the different bacterial strains and the isolation of their surface layer proteins were described. By the use of thiol-modified S-layers a new, very promising way to optimize the sorption capability of S-layers was reported. Furthermore, different bacterial spores could be successfully immobilized within thin silica coatings, allowing the production of longtime storage-stable biocers.

The main focus of the Institute of Genetic of the TU-Dresden was the production of recombinant S-layers and metal-binding proteins within yeast cells. The expression and assembly of different S-layer proteins and of a metal-binding protein (Metallochaperon NP_595443 from *S. pombe*) within *S. cerevisiae* could be successfully generated. In addition, also the fusion of the metal-binding protein with S-layer proteins was possible, as well as the modification of S-layer proteins with positively charged amino acids. All in all, a very efficient way for the production of functional proteins with specific anionic-binding characteristics was developed. Some variants showed very promising results by the examination of their metal binding characteristics. But however, further experiments are necessary for the validation of the results.

The GMBU was responsible for the design and development of optimized sol-gel materials (layers, granules, molded parts) for different applications: the gentle embedding of living microorganisms, the immobilization of biocomponents for biosorption purposes, and the design of sol-gel materials with a high sorption capacity for arsenic and uranium by the sol-gel matrix system itself. Living bacteria, which are able to degrade cyanide, could be successfully immobilized within silica coatings. The embedded bacteria remained active. By the use of modified thin silica coatings cell divisions of embedded bacteria were possible and a fast and stable biofilm formation could be induced. Granular materials with such bioactive coatings showed a stable bioactivity over a long period of time and were successfully tested for the degradation of cyanide within different contaminated waters. Using the freeze-gelation technique, the immobilization and conservation of living bacterial within ceramic-like parts was possible. By this, materials with immobilized microorganisms can be fabricated, which can be stored under dry conditions. The microstructure and porosity of freeze-gelation ceramics are determined by how ice-crystals form during freezing. By variations in the cooling rate, parts with mesopores near the surface and macropores within the material was fabricated, allowing a safe immobilization of embedded yeast cells. Using different SiO₂ and TiO₂ nanosols and additives (biocomponents, polymers, FeOH) granular materials with high sorption capabilities for uranium and arsenic could be produced.

The biocer materials were tested by the BPS with respect to the sorption capacity, bioactivity, stability and technical applicability. For the tests natural ground- and mining-waters as well as synthetic water compositions were used. On the basis of the results for the sorption of arsenic and uranium the maximum load and the operating time were modeled. The results were evaluated with respect to economically and technically aspects. Especially for two granular materials, - a silica-gel modified with cationic polymers and a TiO₂-xerogel -, a fast transfer into commercial products seems possible.

19. keywords

Water treatment, Bioceramic, Sol-Gel-Process, Arsenic, Uranium, Cyanide

20. publisher

21. price



Innovativer Regionaler Wachstumskern

“Molecular Designed Biological Coating (MBC)“

Schlussbericht

Teilprojekt 5:

Biocere zur Reduzierung anionischer Schadstoffe in belasteten Wässern

BIORAS