

Pressemitteilung

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Petra Giegerich

02.07.2012

<http://idw-online.de/de/news486317>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Biologie, Chemie, Meer / Klima, Umwelt / Ökologie, Verkehr / Transport
überregional



Von der Natur inspiriert: Lacke mit bakteriziden Nanopartikeln gegen marines Fouling

Vanadiumpentoxid-Nanopartikel ahmen natürliche Enzyme nach und verhindern die Ablagerung von Algen und Bakterien an Grenzflächen.

Der Bewuchs von Seepocken, Bakterien und Algen auf Grenzflächen wie Schiffsrümpfen, Seetonnen oder Offshore-Plattformen lässt sich mit winzigen Nanopartikeln aus Vanadiumpentoxid unterbinden. Darauf sind Wissenschaftler der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) gestoßen. In ihren Versuchen zeigte sich, dass Stahlplatten, die mit Lacken beschichtet sind, in denen Vanadiumpentoxid-Partikel dispergiert sind, wochenlang dem Meerwasser ausgesetzt werden können, ohne dass sich Ablagerungen von Seepocken, Bakterien und Algen bilden. Vergleichsplatten, die nur mit normaler Schiffsfarbe gestrichen waren, zeigten im gleichen Zeitraum ein massives Fouling. Die Entdeckung könnte zur Herstellung neuer Schutzanstriche führen, die weit weniger umweltbelastend sind als die bisher verwendeten Schiffslacke.

Marines Fouling ist ein Problem, das in der Schifffahrt jährlich Verluste von über 200 Milliarden Dollar verursacht. Die Anlagerung von Organismen wie Algen, Muscheln oder Seepocken erhöht den Wasser-Widerstand und damit den Treibstoffverbrauch. Das verursacht mehr Kosten für die Reedereien und schädigt die Umwelt durch zusätzlichen CO₂-Ausstoß. Innerhalb weniger Monate kann ein Bootskörper unter Wasser vollständig mit Organismen bewachsen werden. Nach Angaben von Lloyds bedeutet das bis zu 28% Zusatzverbrauch an Kraftstoff, verbunden mit zusätzlichen CO₂-Emissionen von weltweit ca. 250 Millionen Tonnen jährlich. Mit Antifouling-Farben kann das Problem zwar eingedämmt werden, allerdings haben herkömmliche Biozide den Nachteil, dass sie wenig wirksam sind, unerwünschte Umweltbelastungen zeigen oder Mikroorganismen Resistenzen dagegen entwickeln.

Die Wissenschaftler um Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Tremel vom Institut für Anorganische Chemie und Analytische Chemie der JGU haben sich bei ihrem Ansatz von einem Verteidigungsmechanismus der Natur leiten lassen: Bestimmte Enzyme, die in Braun- und Rotalgen vorkommen, erzeugen Halogenverbindungen mit biozider Wirkung. Vermutlich schützen sich die Algen damit vor mikrobiellem Befall oder Fraßfeinden. Diesen Vorgang ahmen die Mainzer Chemiker nun mit Nanopartikeln aus Vanadiumpentoxid nach. Vanadiumpentoxid (V₂O₅) hat, so schreiben die Forscher in dem Wissenschaftsjournal *Nature Nanotechnology*, eine "intrinsische, biologische Prozesse nachahmende Bromierungsaktivität". Vanadiumpentoxid fungiert demnach als Katalysator und bildet aus Wasserstoffperoxid und Bromid kleine Mengen hypobromiger Säure, die für viele Mikroorganismen hoch toxisch ist und einen starken antibakteriellen Effekt zeigt. Die nötigen Reaktionspartner liegen im Meerwasser vor: Wasserstoffperoxid bildet sich in geringen Mengen unter Einwirkung von Sonnenlicht, Bromid-Ionen sind ebenfalls im Meerwasser enthalten.

Der Prozess wurde sowohl unter Laborbedingungen als auch in natürlichem Meerwasser nachgewiesen und zeigt, weil er sich nur an einer Mikrooberfläche abspielt, minimale Umweltbelastungen. Besonders effektiv ist das Metalloxid, wenn es in Form von Nanopartikeln vorliegt, weil dann wegen der größeren Oberfläche eine verstärkte katalytische Wirkung auftritt.

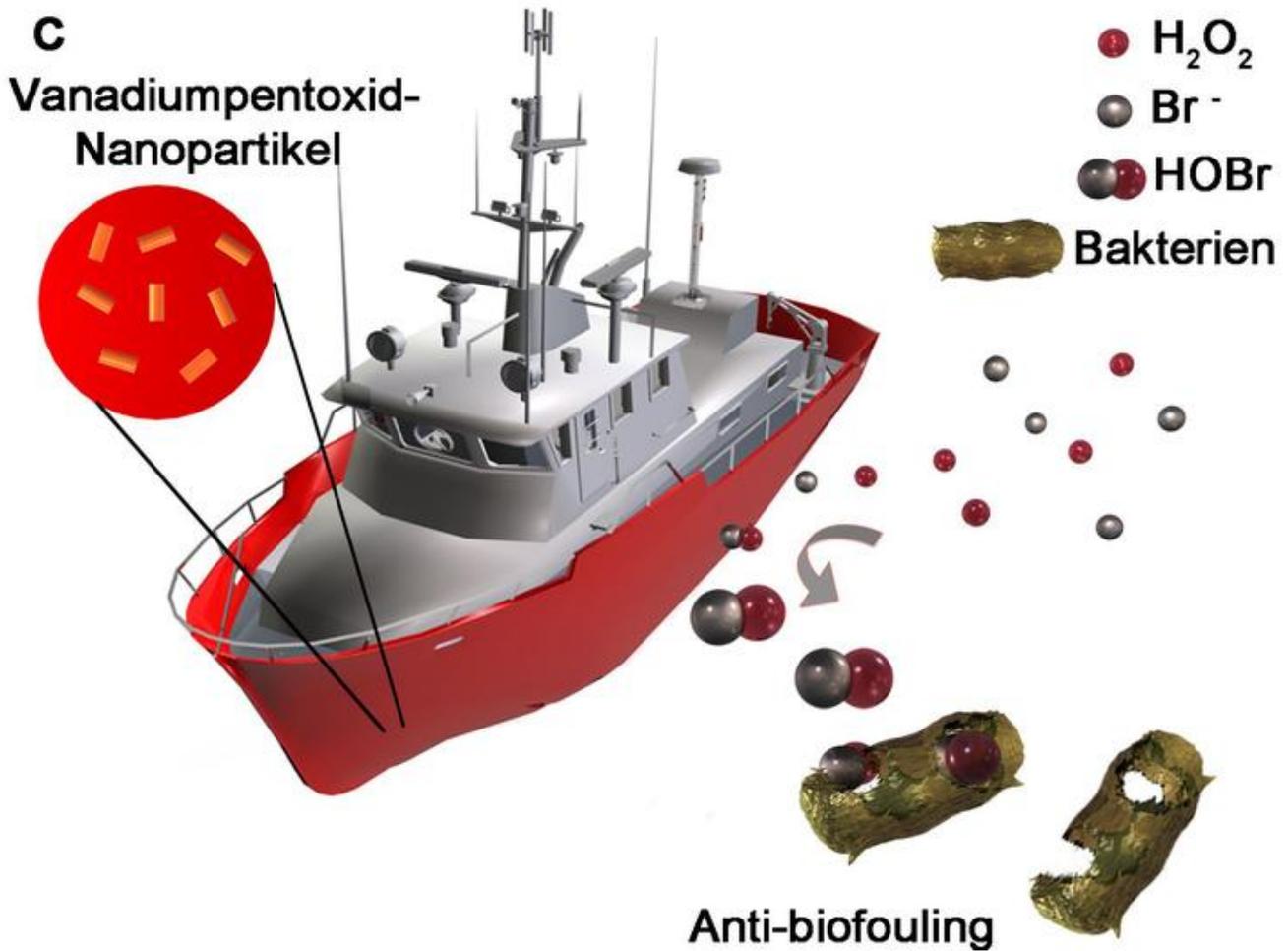
"Vanadiumpentoxid-Nanopartikel sind wegen ihrer geringen Löslichkeit und der Einbettung in die Lacke wesentlich weniger toxisch für das marine Leben als die kommerziell verfügbaren aktiven Substanzen auf Basis von Zinn- oder Kupferverbindungen", erklärt Tremel. Nach seiner Auffassung könnten Schiffsanstriche auf Basis von Vanadiumpentoxid eine praktische und kostengünstige Alternative für die konventionellen chemischen Biozide darstellen. "Wir haben hier eine umweltverträgliche Komponente für eine neue Generation von Antifouling-Farben, die das natürliche Verteidigungssystem mariner Organismen nutzen."

Den natürlichen Abwehrmechanismus hat Ron Wever, der niederländische Kooperationspartner von der Universität Amsterdam, bereits vor 15 Jahren untersucht und vorgeschlagen, das involvierte Enzym, die Vanadium-Haloperoxidase, als Zusatzstoff zu Antifouling-Farben beizumischen. Mit Wever haben die Mainzer Chemiker nun bei der Erforschung ihrer Vanadiumpentoxid-Nanopartikel zusammengearbeitet. "Die Vanadiumpentoxid-Partikel sind wesentlich preisgünstiger und stabiler als gentechnisch hergestellte Enzyme", ergänzt er.

Um herauszufinden, ob die Nutzung von Vanadiumpentoxid negative Auswirkungen auf die Umwelt hat, wurden mithilfe der Forschergruppe um Dr. Klaus Peter Jochum vom Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz mehrere Messungen durchgeführt. Dazu bestimmten die Wissenschaftler mit einem hochempfindlichen ICP-Massenspektrometer die Vanadiumkonzentration in verschiedenen Meerwasserproben, in denen das beschichtete Material unterschiedlich lang ausgewaschen wurde. Die gemessenen Werte zeigten im Vergleich mit der durchschnittlichen Vanadiumkonzentration im Meerwasser nur minimal erhöhte Werte. Somit kann davon ausgegangen werden, dass allenfalls kleinste Mengen an Vanadium aus der Lackierung ausgewaschen werden, die keine Belastung für die Umwelt darstellen.

URL zur Pressemitteilung: <http://www.uni-mainz.de/presse/52490.php>

URL zur Pressemitteilung: <http://www.ak-tremel.chemie.uni-mainz.de/>



a) Fouling an einem Bootsrumpf; b) Knotentang *Ascophyllum nodosum*; c) Wirkmechanismus bio-inspirierter Unterwasserfarben: Wie das natürliche Enzym Vanadium-Bromoperoxidase fungieren Vanadiumpentoxid-Nanopartikel als Katalysator bei der Bildung von hypobromiger Säure aus Bromid-Ionen (in Meerwasser enthalten) und Wasserstoffperoxid, das sich unter der Einwirkung von Sonnenlicht bildet.

Foto/Copyright: AG Tremel, JGU

