

Karriere im Untergrund: Bakterien stellen Bautrupps für Sedimente

Bakterien und Mikroalgen scheiden am Grund von Gewässern Substanzen aus, die das Sediment verfestigen. Dadurch stabilisieren sie aquatische Ökosysteme. Welche Arten in welcher Weise mitwirken, erforschen Wissenschaftler der Uni Stuttgart. Ein Schwerpunkt ist der Einfluss von Fremdstoffen auf die Aktivität der Kleinstlebewesen.

Es sind ihre Ausscheidungsprodukte, die die Winzlinge so bedeutend machen. Es geht um Bakterien und Mikroalgen. Sie sekretieren zeitlebens eine Mischung, die im Wesentlichen aus Kohlenhydraten und Proteinen besteht – je nach Art in unterschiedlichen Zusammensetzungen. Die extrazellulären polymeren Substanzen, kurz EPS genannt, bilden eine Matrix, eine Schutzhülle rund um die Organismen. Sie schützt sie vor Toxinen und Fraßfeinden, verhindert Austrocknung und dient bei mangelnder Nährstoffzufuhr als Nahrungsreserve. So weit, so biologisch. Die EPS haben aber auch eine wichtige geologische Bedeutung: Sie verkleben die Bakterien untereinander und mit den sie umgebenden Feinpartikeln aus Ton, Schluff und Sand. Damit tragen sie wesentlich zur Stabilisierung der Sedimente in Gewässern bei.



Der relativ dicke bakterielle Biofilm kann mit einem Spatel angehoben werden.
© Gerbersdorf/Lubarsky

Dr. Sabine Ulrike Gerbersdorf geht diesen Prozessen auf den Grund. Sie will genau analysieren, wie die Stabilisierungsleistung und der bakterielle Ökosystem-Service funktionieren. Nach ersten Arbeiten dazu an der Universität St. Andrews in Schottland, wo sie mit Unterstützung des Marie-Curie-Programmes der EU forschte, führt Gerbersdorf ihre Arbeiten nun in Stuttgart weiter. Es gilt, die Lebensgemeinschaften im Sediment zu klassifizieren und die Zusammensetzung der EPS sowie deren jeweiligen Einfluss auf die Sedimentbindung zu untersuchen. Ein besonderer Aspekt ist die Wirkung von neuartigen Umwelttoxinen (Pharmazeutika, Hygienemittel) auf die Bakterien und damit letztlich auf die Sedimentbindung beziehungsweise -aufwirbelung.

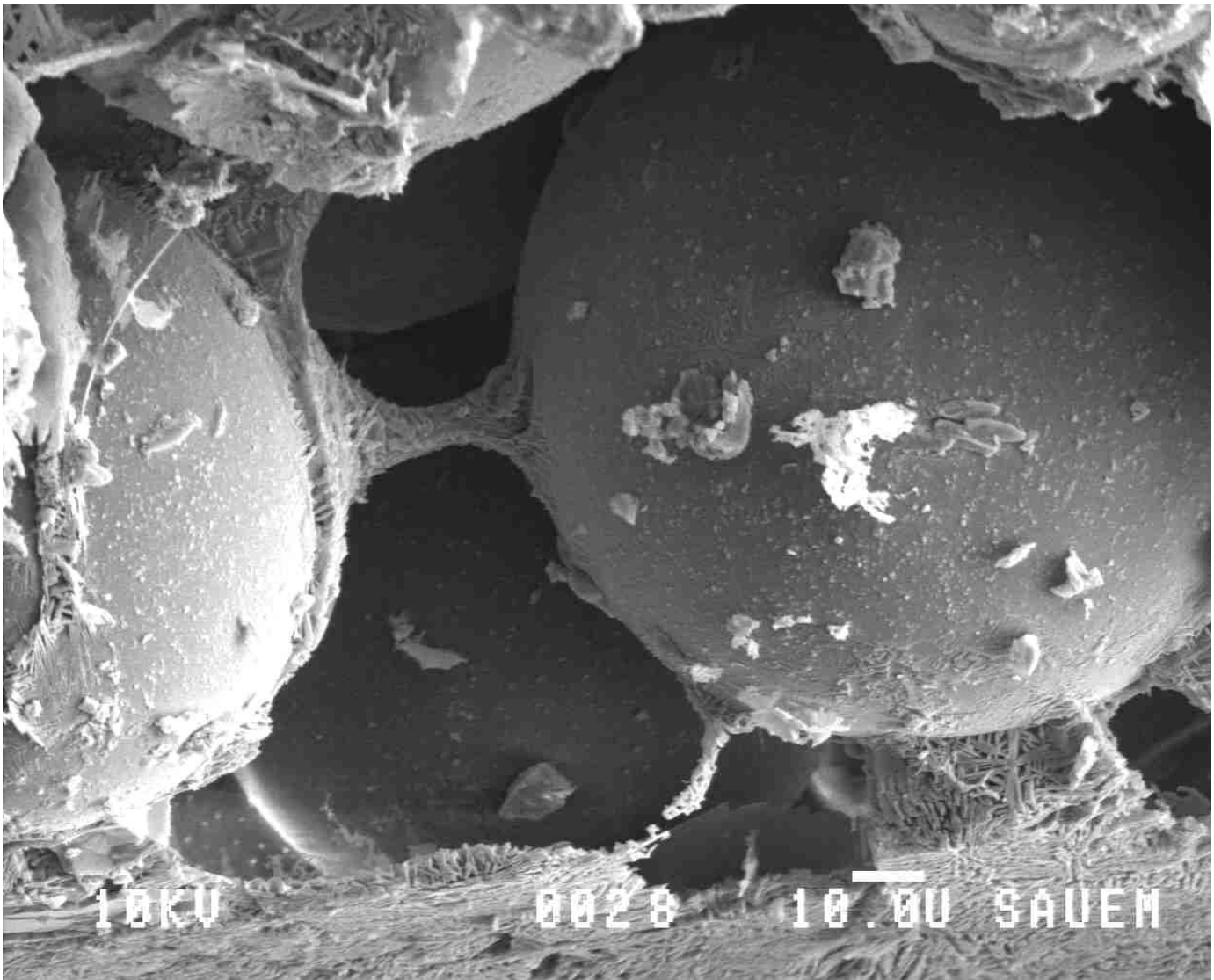
Gerbersdorf will speziell den Einfluss von Triclosan untersuchen, zu dem sie bereits einige Experimente innerhalb eines EU-Projekts durchgeführt hat. „Triclosan verändert die Population und die Funktionen der Organismen. Wir wollen nun untersuchen, welche Konsequenzen das für das Sediment als Ökosystem hat“, so die Forscherin. Triclosan ist deshalb besonders interessant, weil es eines der meist verbreitetsten Desinfektionsmittel ist und in zunehmender Konzentration im Wasserkreislauf auftaucht. Triclosan wird in Deos und Zahncremes eingesetzt, außerdem in Seifen, Waschmitteln und vielen anderen Produkten.

Gerät das Unternehmen „Ökosystem-Service“ in Gefahr?

Bisherige Untersuchungen zeigten eine erhöhte EPS-Konzentration nach Einwirkung von Triclosan, was zu dem einfachen Schluss führen könnte, mehr EPS bedeute eine höhere Stabilisierungsleistung der Bakterien und damit höhere Festigkeit des Sediments. Gerbersdorfs Untersuchungen zeigen jedoch genau das Gegenteil: „Wir haben in unseren Vorversuchen Triclosan in verschiedenen Konzentrationen jeweils auf reine Bakterienkulturen sowie auf einen natürlichen Biofilm aus Bakterien und Mikroalgen einwirken lassen. Das Ergebnis war eindeutig: Die Bakterien und die Mikroalgen werden im Wachstum gehemmt und produzieren weniger EPS, also weniger ‚Kleber‘ für das Sediment.“

Die Tests zeigten auch, dass nicht die Menge an Kohlenhydraten und Proteinen entscheidend ist für die Stabilisierungsleistung, sondern die richtige Kombination und Zusammensetzung. Ihre eigenen Untersuchungen zur EPS-Matrix will Gerbersdorf zusammenführen mit den Arbeiten ihrer Kooperationspartner Prof. Dr. Werner Manz aus Koblenz, Dr. Sebastian Behrens aus Tübingen und Prof. Dr. Henner Hollert von der RWTH Aachen. Diese bringen ihre Expertise zur mikrobiologischen und molekulargenetischen Charakterisierung von Biofilmen beziehungsweise zur Ökotoxikologie ein. Auch vor Ort streckt Gerbersdorf die Fühler nach Kooperationspartnern aus, speziell was die chemische Analyse von Biofilmen betrifft.

Damit will Gerbersdorf ihre Hypothese untermauern, dass es vor allem die Proteine sind, auf die es bei der Sedimentverfestigung ankommt. „Fotometrisch und gaschromatografisch wurden bisher vor allem die Kohlenhydrat-Anteile der EPS untersucht. Sie bilden den Hauptbestandteil der Sekrete von Diatomeen. Diese Einzeller wandern jedoch eher über das Sediment. Sie wollen sich also gar nicht dauerhaft anheften und haben deshalb eine andere EPS-Zusammensetzung, die bei der Sedimentverfestigung womöglich keine so große Rolle spielt“, vermutet Gerbersdorf. Die genaue Analyse des Biofilms soll jetzt auch Informationen liefern über den kleinen, aber wichtigen ersten Schritt zur Adhäsion. „Beim ‚firstkiss‘ werden erste reversible Bindungen geknüpft, später kommt es aufgrund der Van-der-Waals-Kräfte zu weiteren Bindungen, und schließlich vermittelt ein Bakteriensekret zwischen Bakterium und Substrat, bildet einen ersten Film, auf dem später



Die elektronenmikroskopische Nahaufnahme zeigt im Detail, wie der bakterielle Biofilm Glaskügelchen miteinander vernetzt.

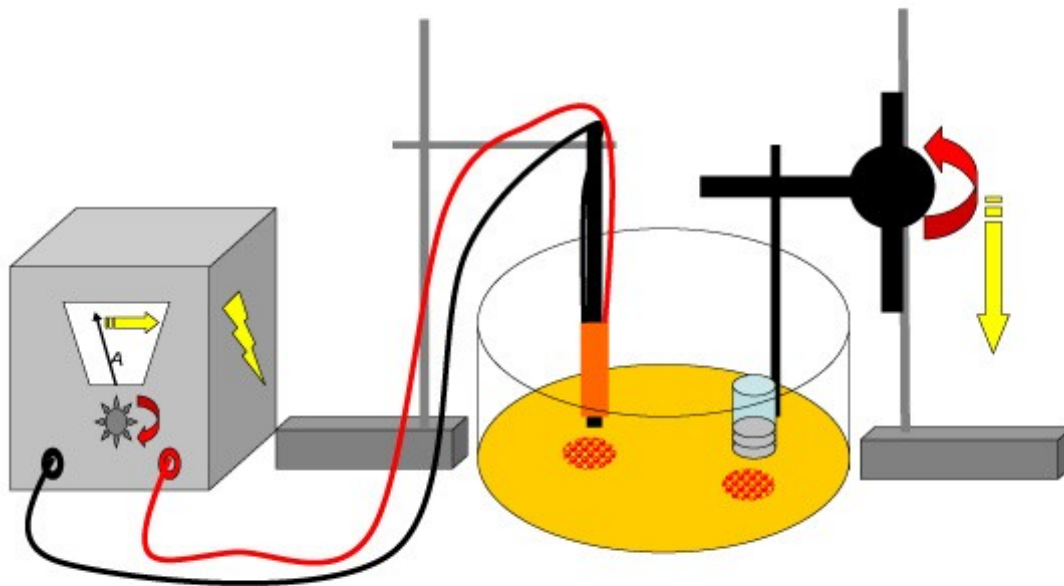
© Gerbersdorf / Lubarsky

Mikroalgen wachsen können“, so Gerbersdorf.

Biofilm-Monitoring mit MagPI: Geräteentwicklung wäre schönes Nebenprodukt

Eine Messmethode zur Adhäsionskraft der EPS hat sie selbst mitentwickelt. „In welchem Ausmaß werden die Sedimentpartikel eigentlich verklebt? Diese Frage zur Adhäsionskraft der EPS hat uns schon in Schottland umgetrieben und wir haben erste Versuche mit einem Magnetfeld gemacht. Bei der MagPI, der magnetischen Partikel-Induktion, werden ferromagnetische Partikel auf den Biofilm gegeben. Ein elektromagnetisches Feld wird in steigender Feldstärke angelegt, um die Kraft zu erfassen, die nötig ist, um die Partikel mittels des Magneten wieder aus dem Biofilm zu lösen. Darüber, wie viele Partikel losgerissen werden – salopp gesagt ein einzelnes, eine Handvoll oder ein ganzer Schwung – wollen wir die Adhäsionskraft des Biofilms definieren“, beschreibt Gerbersdorf das Testprinzip.

Die Sache hatte zunächst einen Haken: Die Adhäsionskraft war so groß, dass selbst bei einer Inkubationszeit von nur zwei Stunden keine Partikel mehr zum Verlassen des Biofilms zu bewegen waren. Stattdessen schmorte der Magnet durch. „Jetzt verwenden wir erstens einen stärkeren



Per magnetischer Partikelinduktion, kurz MagPI, kann die Adhäsionskraft von Biofilmen analysiert werden. Dr. Sabine Ulrike Gerbersdorf möchte das Prinzip gerne zu einem neuen Gerät weiterentwickeln. Das Schema zeigt zwei Varianten der Anwendung: Rechts wird die Distanz des Magneten zur Oberfläche variiert, links wird die Stromzufuhr variiert.
© Sabine Ulrike Gerbersdorf

Magneten und testen zweitens die Adhäsionskraft unmittelbar, also sofort nach Aufbringen der Partikel“, sagt Gerbersdorf, die selbst überrascht war von der enormen Haltekraft der bakteriellen Biofilme. Mittelfristig würde sie das Testprinzip gerne mit Partnern aus der Industrie oder der angewandten Forschung zu einem Messgerät weiterentwickeln, das universell – zum Beispiel in der Biotechnologie, Medizin oder Abwassertechnik – zur Analyse der Adhäsionskraft von Biofilmen eingesetzt werden könnte. Die Voraussetzungen sind da, jetzt wird noch der passende Partner gesucht.

Risikoabschätzung: Bleiben Schadstoffe gebunden?

In puncto Umwelttoxine kann die Sedimentverfestigung ein zweiseitiges Schwert sein. In manchen Fällen ist es durchaus positiv, wenn Schadstoffe durch Konsolidierung und Biostabilisierung in das Sediment eingebunden und somit fixiert und dem Umweltkreislauf entzogen werden. Aber abgesehen davon, dass die Organismen im Sediment ab einer gewissen Schadstoff-Konzentration selbst Schaden nehmen können, ist das Sediment stets auch physikalischen Umwelteinflüssen ausgesetzt. Bei bestimmten Szenarien wie verstärkten Abflüssen bei Hochwassern kann das Sediment aufwirbeln, so dass die Schadstoffe herausgelöst und wieder bioverfügbar werden. „Auch in diesem Zusammenhang ist es immens wichtig, das Sedimentverhalten unter bestimmten Umweltbedingungen vorhersagbar zu machen. Und dazu wollen wir mit unseren Arbeiten beitragen“, sagt Gerbersdorf.

22.02.2011

leh

BioRegio STERN

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Informationen

Universität Stuttgart

Institut für Wasserbau

Dr. Sabine Ulrike Gerbersdorf

Pfaffenwaldring 61

70569 Stuttgart

Tel.: 0711 685-64739

E-Mail: sabine.gerbersdorf@iws.uni-stuttgart.de

Der Fachbeitrag ist Teil folgender Dossiers



Ungleiche Partner und doch Lebensgemeinschaften – Symbiosen

