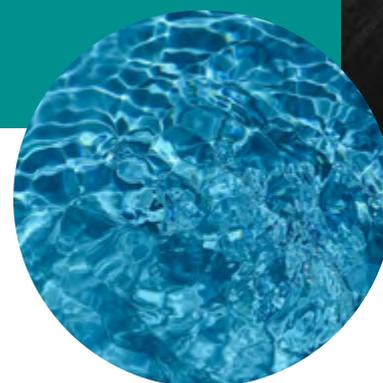
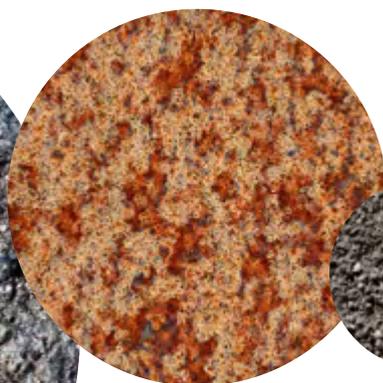
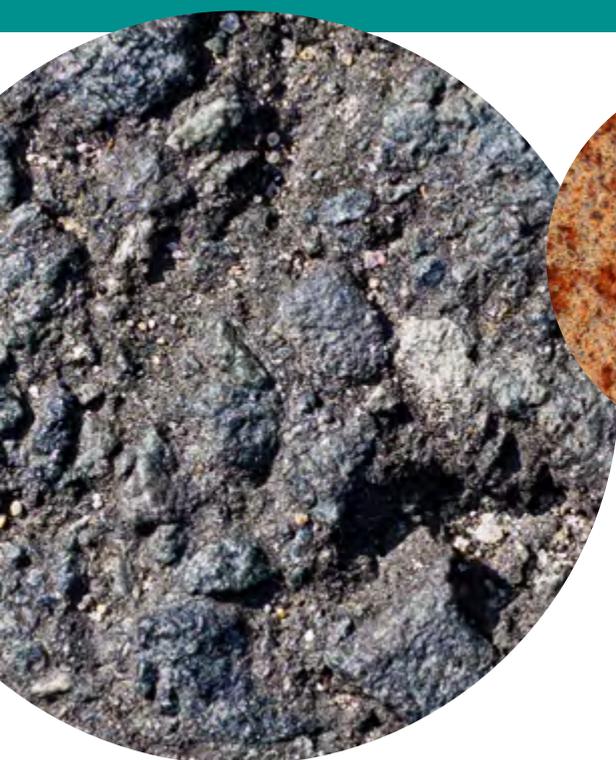


RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN



AN DER OBERFLÄCHE

Von wegen unvorhersagbar: Erdbeben

Von wegen außerirdisch: Kreise im Kornfeld

Von wegen weiß und erhaben: Antike Statuen



SCHIFFSRÜMPFE MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG

*Wie hindert man Meeresorganismen daran, auf
einem Tanker zu siedeln?*

*Diese Frage erfordert kreative Antworten, unter
anderem aus der Chemie.*

Was juckt es einen Tanker, wenn sich Seepocken auf ihm ansiedeln? Angesichts der gigantischen Größe dieser Schiffe sollte man meinen: gar nicht. „Die Besiedlung von Schiffsoberflächen mit Meeresorganismen ist aber ein Riesenproblem“, sagt Prof. Dr. Axel Rosenhahn. „Berechnungen haben ergeben, dass sie den Strömungswiderstand so sehr vergrößern, dass der Treibstoffverbrauch des Schiffs dadurch um bis zu 60 Prozent steigt.“ Vom CO₂-Ausstoß ganz zu schweigen. Der Leiter der Arbeitsgruppe Biointerfaces an der Fakultät für Chemie und Biochemie der Ruhr-Universität Bochum will es der Lebensgemeinschaft auf dem Schiffsrumpf deswegen so ungemütlich wie möglich machen.

Diese Idee ist natürlich nicht neu. Algen, Bakterien, Muscheln und Seepocken begleiten Schiffe seit Menschengedenken. „Früher hat man sie sich mit giftigen Anstrichen vom Leib gehalten“, erzählt Axel Rosenhahn. Vor allem der Wirkstoff Tributylzinn war beliebt, ein Breitbandbiozid, das bei langsamer Freisetzung allem, was sich auf der Schiffsoberfläche ansiedeln wollte, den Garaus machte. Dann stellte sich aber heraus, dass der Wirkstoff hormonähnliche Wirkung hat und sich in Fischen anreichert, womit er in die Nahrungskette gelangt. „Anfang der 2000er-Jahre verschwand Tributylzinn daher vom Markt“, so Axel Rosenhahn. „Dann versuchte man, weniger giftige Methoden zu finden, um die Besiedlung von Schiffen, das sogenannte Fouling, zu verhindern.“ Zwar gibt es nach wie vor Anstriche, die giftige Stoffe freisetzen, etwa Kupfer, das auch in der Natur vorkommt. Aber die strenge Regulierung in vielen Häfen führt dazu, dass auch die Verwendung solcher Anstriche zurückgeht.

Alternativen sind gefragt – und bei ihrer Erfindung sind der Fantasie keine Grenzen gesetzt. Rosenhahns Arbeitsgruppe setzt auf die Fouling-Release-Technologie. Dabei geht es nicht so sehr darum zu verhindern, dass Lebewesen über-

haupt am Schiff anhaften, sondern darum, dass ihre Haftung weniger stark ist. Dann werden sie nämlich durch das bei der Fahrt des Schiffs vorbeiströmende Wasser einfach abgespült.

„Schwierig wird die Angelegenheit dadurch, dass es nicht nur eine Art ist, die am Schiff haftet, sondern eine ganze Gemeinschaft unterschiedlicher Organismen, die verschiedene Spezialisierungen haben“, erklärt Axel Rosenhahn. Unter den Aspiranten sind zum Beispiel verschiedene Bakterien und Kieselalgen. Beide bilden Biofilme, hinter denen sie sich verschanzen. Algen, Seepocken und Muscheln sind die größten Vertreter, die auf Schiffsrümpfen eine Bleibe finden. „Eine Zeitlang dachte man, zuerst kämen die einen und bereiteten den anderen den Boden“, so Axel Rosenhahn, „aber so ist es nicht. Jede Art kommt für sich allein und haftet auf die ihr ganz eigene Art an.“

Jeder haftet auf seine eigene Weise

Viele Bakterien und Algen scheiden eine gelartige Matrix aus, die in der Lage ist, den Untergrund erst einmal auszutrocknen und dann darauf anzuhaften. „Eine faszinierende Technik, die sich da im Laufe der Evolution herausgebildet hat“, findet Rosenhahn, „wenn man bedenkt, wie schwierig es ist, unter Wasser etwas anzukleben.“

Größere Meeresbewohner wie Seepocken sind im Larvenstadium unterwegs auf der Suche nach einem Ort, an dem sie bleiben können. Erst nach ihrer Anhaftung beginnt ihre Metamorphose. „Die ist nicht mehr rückgängig zu machen, wenn sie einmal begonnen hat – es ist also durchaus ein Risiko mit der Wahl des richtigen Ortes verbunden“, erklärt Rosenhahn. „Man kann beobachten, dass die Seepockenlarven den Ort ihrer Wahl deswegen auch zuerst prüfen, indem sie über die Oberfläche laufen und dabei die Haftung testen. Sie laufen dabei auf zwei Beinen, Antennen genannt, die mit klei- ▶



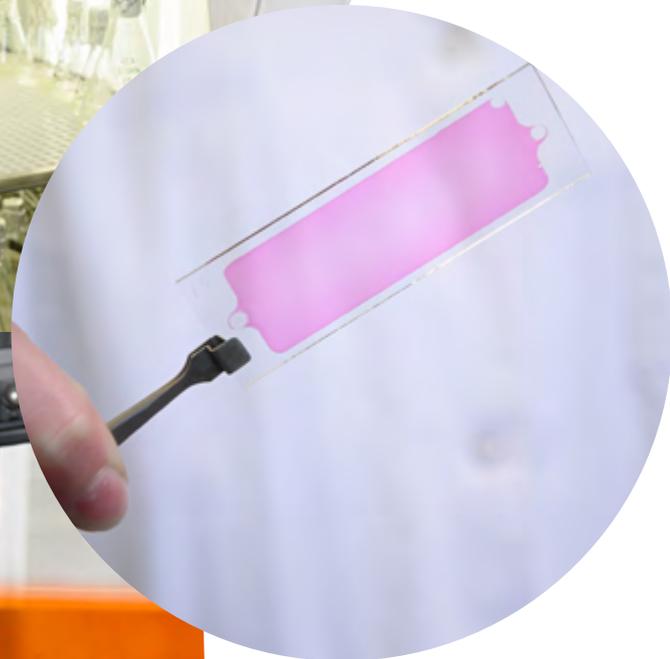
Muscheln und Seepocken siedeln neben Bakterien und Algen gern auf Schiffsrümpfen. Sie erhöhen den Strömungswiderstand erheblich.

Ungefähr alle sieben Jahre muss der Anstrich von Schiffen erneuert werden. Er besteht normalerweise aus drei Schichten: einer Grundierung, einem Haftvermittler und der Oberfläche.





Lejla Jusufagic und Regina Kopecz (rechts) kümmern sich im Labor um die Pflege der Algen und Bakterien, die als Modellorganismen dienen.



Auf Objektträger bringen die Forschenden verschiedene Beschichtungen auf, die es Organismen erschweren sollen anzuhaften.



Nach einiger Zeit kann man unter dem Mikroskop sehen, wie viele Organismen an der Oberfläche haften geblieben sind. So lassen sich mögliche Beschichtungen vergleichen.

nen Härchen, ähnlich wie bei einem Gecko dekoriert sind. Je nachdem, wie ein Untergrund beschaffen ist, lassen sich die Füße schneller oder langsamer davon lösen, was sie auch ausprobieren und so über die Anhaftung entscheiden.“

Um diesen Klebespezialisten das Leben möglichst schwer zu machen, setzt Rosenhahns Team auf Polymere in verschiedensten Dicken, Formen und Zusammensetzungen. „Man möchte die Oberfläche möglichst glitschig haben“, sagt er. „Am liebsten etwas fluffig – aber natürlich nicht zu dick.“ Tests mit Hydrogelen wie denen in Babywindeln scheiterten daran, dass feine Sandpartikel aus dem Meerwasser alles verklumpen. Überhaupt darf eine Dicke von etwa 130 Mikrometern für einen Schiffsanstrich nicht überschritten werden: Sonst würde der Anstrich schlicht zu teuer.

Stickstoffmonoxid schreckt Bakterien ab

Besonders interessant findet der Forscher derzeit Hybridpolymere aus natürlichen Zuckerverbindungen und sogenannten Silanen als quervernetzenden Einheiten. Sie sind kompakt und bilden dünne Schichten, sind selbst sehr reaktionsträge und gut zu reinigen. Man kann sie auch zusätzlich so mit Aminofunktionalitäten ausstatten, dass sie Stickstoffmonoxid – kurz NO – freisetzen. NO ist ein natürlich vorkommendes Molekül, das unter anderem von Bakterien freigesetzt wird, wenn ihr Lebensraum ihren Bedürfnissen nicht optimal entspricht, sodass sie unter Stress geraten und sich der Biofilm auflöst. „So wirkt NO wie eine Art Botenstoff für Bakterien, sich hier nicht niederzulassen“, erklärt Axel Rosenhahn.

Eine andere Strategie setzt darauf, Moleküle mit zwei simultanen Ladungen – sogenannte Zwitterionen – in die Beschichtung einzubauen. Sie binden Wasser besonders gut und erschweren die Austrocknung der Oberfläche, die es Organismen erleichtert, sich festzukleben.

In den Laboren seiner Arbeitsgruppe laufen Tests mit verschiedenen so zusammengesetzten Beschichtungen und eigens angezüchteten Bakterien und Kieselalgen. Um möglichst Bedingungen wie im Meer nachzuahmen, werden die potenziellen Besiedler immer in bewegtem Wasser auf die beschichteten Oberflächen und zum Vergleich auch auf unbeschichtete Oberflächen losgelassen. Nach einer festgelegten Zeit zählen die Forschenden unter dem Mikroskop aus, wie viele Bakterien oder Algen auf den Proben haften. Sind es bei einer Beschichtung deutlich weniger als bei der Kontrolle, bewährt sie sich also im Labor, folgen Tests auf rotierenden Scheiben im Meer.

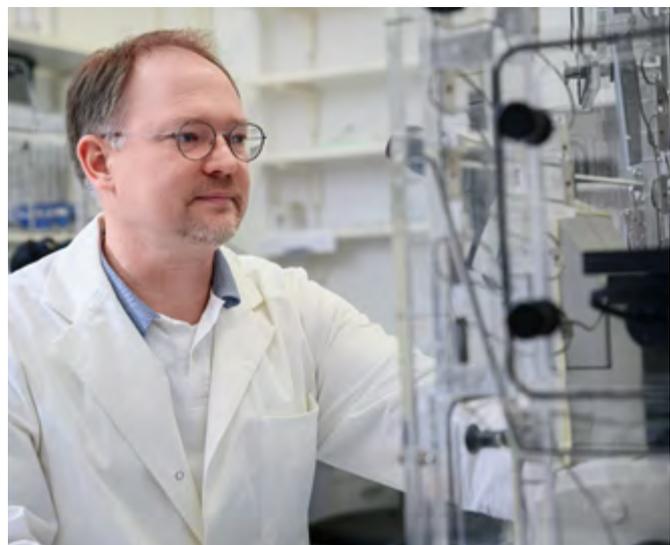
„Unser Ziel ist es, dass eine solche Beschichtung ihre Funktionalität für etwa sieben Jahre behält, bevor sie erneuert werden muss“, sagt Axel Rosenhahn. „Häufigere Trocken-dockzeiten wären zu teuer.“

Text: md, Foto Tanker: Pixabay/Jan Marczuk, restliche Fotos: rs



„ DIE BESIEDLUNG VON SCHIFFS- OBERFLÄCHEN MIT MEERES- ORGANISMEN IST ABER EIN RIESENPROBLEM. “

Axel Rosenhahn



Chemiker Axel Rosenhahn ist fasziniert davon, was die Evolution an Strategien hervorgebracht hat, um unter Wasser etwas anzukleben.

REDAKTIONSSCHLUSS

Wie würde Ihnen dieses Werk an Ihrer Wand zuhause gefallen? Was hier nach moderner Kunst aussieht, ist am Lehrstuhl für Verkehrswegebau entstanden. Es handelt sich zwar nicht um ein Forschungsergebnis, aber zumindest um eine wichtige Zutat für die Projekte der Ingenieurinnen und Ingenieure: Bitumen, das Bindemittel, das die Bestandteile von Asphalt zusammenhält. Das Lehrstuhlteam untersucht unter anderem, wie man Asphalt bei niedrigeren Temperaturen als in Deutschland üblich herstellen kann und was dafür die beste Rezeptur wäre (mehr dazu auf Seite 62). So werden im Lauf eines Jahres einige hundert Liter Bitumen in der Werkhalle verarbeitet. Und was davon nicht im Asphalt landet, wird schon mal für die Produktion von Kunstwerken genutzt, die später die Büros der Ingenieurinnen und Ingenieure zieren.

Foto: RUB, Marquard



IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation der Ruhr-Universität Bochum (Hubert Hundt, v.i.S.d.P.)

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Birgit Apitzsch (Sozialwissenschaft), Prof. Dr. Thomas Bauer (Fakultät für Wirtschaftswissenschaft), Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Elena Enax-Krumova (Medizin), Prof. Dr. Constantin Goschler (Geschichtswissenschaften), Prof. Dr. Markus Kaltenborn (Jura), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Günther Meschke (Prorektor für Forschung und Transfer), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Nils Pohl (Elektro- und Informationstechnik), Prof. Dr. Markus Reichert (Sportwissenschaft), Prof. Dr. Tatjana Scheffler (Philologie), Prof. Dr. Gregor Schöner (Informatik), Prof. Dr. Sabine Seehagen (Psychologie), Prof. Dr. Roland Span (Maschinenbau), Prof. Dr. Marc Wichern (Bau- und Umweltingenieurwissenschaft), Prof. Dr. Peter Wick (Evangelische Theologie)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Redaktion Rubin, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md); Dr. Lisa Bischoff (lb); Raffaella Römer (rr)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Schiefersburger Weg 105, 50739 Köln, Tel.: 0176 / 29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpfe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVER: Roberto Schirdewahn / Agentur für Markenkommunikation

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für die Seiten 18, 26 und 52: Roberto Schirdewahn; Seite 22: Anna Schulte; Seite 62: RUB, Kramer

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ: Agentur für Markenkommunikation, Ruhr-Universität Bochum, www.einrichtungen.rub.de/de/agentur-fuer-markenkommunikation

DRUCK: LD Medienhaus GmbH & Co. KG, Hansaring 118, 48268 Greven, info@ld-medienhaus.de, www.ld-medienhaus.de

ANZEIGEN: Dr. Julia Weiler, Dezernat Hochschulkommunikation, Redaktion Rubin, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, rubin@rub.de

AUFLAGE: 3.900

BEZUG: Rubin erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter news.rub.de/rubin/abo. Das Abonnement kann per E-Mail an rubin@rub.de gekündigt werden.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren

Die nächste Ausgabe von RUBIN erscheint am 7. Januar 2025 (Sonderausgabe Extinktionslernen).