

Nanopelz macht ölverschmutzte Gewässer sauber

Öl, das die Umwelt gefährdet – wie etwa nach Ölkatastrophen oder auch an Tankstellen und Waschanlagen – sollte möglichst rasch entfernt werden. Allerdings stehen hierzu momentan nur Methoden zur Verfügung, die entweder auch ihrerseits die Umwelt belasten oder nicht sonderlich effektiv sind. Forscher vom KIT haben nun ein umweltfreundliches Verfahren entwickelt, mit dem Ölverschmutzungen nachhaltig beseitigt werden könnten: Mithilfe von Nanofur, einem Material, das mit kleinsten, feinen Härchen die Mikrostruktur von Schwimmpflanzen nachahmt, können in kürzester Zeit große Mengen an Öl nahezu vollständig aufgenommen und entfernt werden.

Praktisch permanent wird unsere Umwelt durch Roh- oder Mineralöl verschmutzt. Besonders davon betroffen sind die Gewässer, die nicht nur durch beschädigte Pipelines, Tankerhavarien oder Unfälle auf Förderplattformen belastet werden, sondern auch vom Land aus verunreinigt werden. Methoden, um das Öl zu entfernen, gibt es zwar, sie haben aber alle mehr oder weniger spezifische Nachteile: Das Verbrennen von Öl oder der Einsatz chemischer Mittel sind nicht gerade umweltfreundlich, natürliche Materialien wie Sägespäne oder Pflanzenfasern dagegen sind nicht effektiv genug, weil sie zugleich auch große Mengen Wasser mit aufnehmen.

Nanopelz absorbiert Öl schnell und effektiv

Privatdozent Dr. Hendrik Hölscher vom Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) beschäftigt sich mit seinem Forscherteam schon seit einiger Zeit mit der Möglichkeit, Ölverschmutzungen nachhaltig und effektiv entfernen zu können. Dabei ist man am IMT generell darauf spezialisiert, nano- und mikrostrukturierte Oberflächen, die in der Natur zu finden sind, zu untersuchen und in Kunststoffen zu replizieren, um sie für technische Anwendungen nutzbar machen zu können. „Wir sehen uns in der Natur um, wo interessante Strukturen zu finden sind, die wir für den Menschen nutzen könnten, wie beispielsweise die Oberfläche von Lotosblumen, die sich selbst reinigen oder die klebrigen Strukturen an Geckofüßen, die praktisch überall haften. Dabei sind übrigens viele interessante Oberflächen mit haarähnlichen Strukturen besetzt. Nicht unbedingt aus Haaren im biologischen Sinne, aber aus Strukturen, die so ähnlich aussehen“, erklärt Hölscher.

Aus dieser Erkenntnis heraus begannen die Karlsruher Forscher, ein haarähnliches Material aus Kunststoff zu entwickeln, das sie Nanofur – Nanopelz – nannten. Dieser Nanopelz wird aus Polycarbonaten hergestellt, lässt sich aber auch aus fast allen Polymeren problemlos herstellen, wie Hölscher sagt: „Nanofur besteht aus kleinen, feinen Härchen, und wir haben festgestellt, dass man damit sehr, sehr gut Öl und Wasser trennen kann. Die Oberfläche ist super hydrophob, ähnlich wie beim Lotosblatt, und gleichzeitig oliophil, weil die zahlreichen Härchen die Oberfläche enorm vergrößern. Das hat zur Folge, dass das Material sehr einfach und schnell Öl aufnimmt.“ Diese



Gruppenbild der AG Hölscher
© KIT

besonderen Eigenschaften brachten die Wissenschaftler auf die Idee, den Nanopelz als Ölabsorber zu verwenden und damit Verunreinigungen in Gewässern aufzunehmen – mit Erfolg. Dies funktioniert mit den künstlichen Oberflächen aus Nanofur wunderbar, wie der Privatdozent berichtet. Und man könne das vollgesogene Material anschließend problemlos wieder einsammeln.

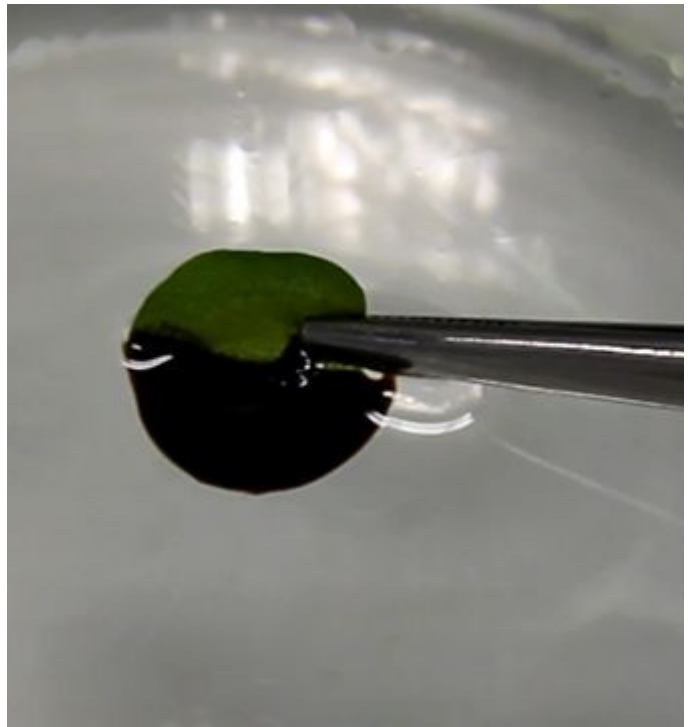
Schwimmfarn als Modell

Um den umweltfreundlichen Ölabsorber noch weiter zu verbessern, machten sich Hölscher und sein Team auf die Suche nach natürlichen Oberflächen, die den gleichen Effekt erzielen. Dabei stießen sie auf Schwimmfarne der Gattung *Salvinia*, die ursprünglich aus Südamerika stammen, aber mittlerweile auch in Teilen Europas heimisch sind. Die Wasserpflanze vermehrt sich so stark, dass sie mancherorts schon als Unkraut gilt. Sie besitzt auf ihrer Blattoberfläche Trichome, haarähnliche Mini-Ausläufer, die zwischen 0,3 und 2,5 Millimeter lang sind. Mit ihren Ausläufern können die Schwimmfarne in kürzester Zeit große Mengen Öl aufsaugen. „Die Pflanzen machen das aber natürlich normalerweise nicht, um Öl aufzunehmen, sondern um ihre Oberfläche sauber zu halten“, erklärt Hölscher. „Wie wir aber festgestellt haben, können die Farne auch mindestens so gut Öl absorbieren wie unsere künstlichen Strukturen; bereits nach 30 Sekunden haben die Blätter ihre maximale Absorption erreicht.“

Theoretisch könnte man verschmutztes Wasser also mit *Salvinia*-Pflanzen reinigen. Man bekomme sie ja mehr oder weniger umsonst, wie der Wissenschaftler sagt. Allerdings nehmen nur die Blätter die Verschmutzungen auf, sodass man diese zunächst von den Stängeln abzupfen müsste. „Aber das könnte man vielleicht maschinell machen“, sagt Hölscher. „Die Verwendung von getrocknetem Schwimmfarn als Ölabsorber ist tendenziell durchaus denkbar. Im Moment dient uns die Pflanze

aber nur als Modell für die weitere Optimierung von Nanofur.“

Schneebeesen arbeiten am besten



Der Schwimmpflanz Salvinia kann dank feiner Haare auf der Blattoberfläche öltartige Verschmutzungen von Wasserflächen aufnehmen und binden.

© C. Zeiger / KIT

Für die Weiterentwicklung des Nanopelzes verglichen die KIT-Forscher verschiedene Schwimmpflanzenarten miteinander und stellten fest, dass vier Typen von Härchen existieren. Dabei erwies sich eine besondere Haarform der Pflanzart *Salvinia molesta*, die wie ein kleiner Schneebeesen aussieht, als besonders effektiv. „Leider ist diese Form künstlich außerordentlich schwierig herzustellen“, berichtet Hölscher. „Aber wir haben gesehen, dass wir die Eins-zu-Eins-Kopie gar nicht unbedingt brauchen, sondern es auf ein paar Parameter besonders ankommt. Dazu gehören zum Beispiel die Haarlänge und der Abstand zwischen den Härchen, der zwischen 100 und 200 Mikrometer liegt.“

Generell sei die Herstellung von Nanofur erstaunlich einfach, sagt der Karlsruher Wissenschaftler. Hierzu werde lediglich eine Stahlplatte durch Sandstrahlen aufgeraut, stark aufgeheizt, dann in ein geeignetes Polymer gedrückt und gleich wieder so auseinander gezogen, dass die Härchen entstehen. „Das sieht dann in etwa so aus wie die Fäden, die man manchmal beim Pizzaessen zieht“, beschreibt er den Vorgang. „Aber man muss die richtige Temperatur erwischen. Wir testen das im Moment, wie man mit verschiedenen Materialien oder Temperaturen Haarlänge und -abstand einstellen kann.“ Geplant ist die Herstellung des superhydrophoben Materials irgendwann einmal im Rollenverfahren. Die daraus entstandenen Folien würde man zerkleinern und den Ölabsorber dann in Netzbeutel füllen, die man leicht wieder einsammeln könnte.

Nanofur kann auch Tankstellen sauber halten

Aber auch ganz andere Anwendungen des Nanopelzes sind denkbar: Man kann ihn ebenso verwenden, um eine lufthaltende Schicht unter Wasser zu erzeugen und damit die Reibung dort zu reduzieren. „Das könnte für die Entwicklung von mikrofluidischen Chips in der Medizintechnik genutzt werden“, erklärt Hölscher. „Eine Vision ist, auch ganze Schiffe damit auszukleiden. Damit könnte man unglaublich viel Energie sparen – die Menge an Schiffsdiesel würde um bis zu zehn Prozent reduziert. Das ist natürlich ein sehr attraktives Forschungsgebiet und es wird auch schon



Schneebesenförmige, wachsbeschichtete Härchen machen die Blätter der Wasserpflanze *Salvinia molesta* außerordentlich wasserabweisend. Solche Härchen können allerdings künstlich nur sehr schwer repliziert werden
© W. Barthlott / Nees-Institut

von verschiedenen Gruppen daran gearbeitet.“ Neben der Erweiterung des Anwendungsspektrums für Nanofur sind die Karlsruher Forscher im Moment damit beschäftigt, das Verfahren zur Herstellung hochzuskalieren. „Dies gelingt uns aber nicht alleine“, sagt er. „Denn dann müssen wir sehr große Flächen produzieren, was sehr kostenintensiv ist. Dafür brauchen wir natürlich auch Abnehmer.“ Deshalb wird es wohl noch eine Weile dauern, bis der umweltfreundliche Ölabsorber auf den Markt kommt.

In der Zwischenzeit – bis die geeigneten Kooperationspartner gefunden sind – ist angedacht, vielleicht ein kleines Start-up zu gründen, das auch eine kleine Menge Nanofur vermarkten könnte: „Damit würden wir gerne Membranen entwickeln, die verschmutzte Flüssigkeiten in kleinen Mengen wie etwa an Tankstellen oder in Waschanlagen aufnehmen könnten. Damit wären wir dann erst einmal auf dem Markt und könnten testen, wie Nanofur überhaupt ankommt.“

11.10.2016

Dr. Petra Neis-Beeckmann

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Informationen

PD Dr. Hendrik Hoelscher

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT)

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1

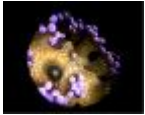
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Tel.: 0721 608-22779

E-Mail: hendrik.hoelscher(at)kit.edu

► [Institut für
Mikrostrukturtechnik](#)

Der Fachbeitrag ist Teil folgender Dossiers



Molekulare Bionik – Inspirationen aus der Mikro- für die Makrowelt



Umweltbiotechnologie

Bionik

Umwelt

Ökologie

Materialforschung

Gewässer

Abwasser

Kläranlage

Ökotoxikologie