Sechs gestielte Meereicheln (Dosima fascicularis) umgeben den von ihnen gemeinsam produzierten Klebstoff-Schwimmkörper. *© Fraunhofer IFAM*

Krebsklebstoff mit Superhaftkraft

Der Rankenfuß-Krebs Dosima produziert einen Superkleber, mit dem er sich fest an Treibgut verankert. Forscher versuchen jetzt, die Eiweißstruktur zu enträtseln: Ziel ist es, die Substanz im Labor zu synthetisieren, denn sie ist ein viel versprechender Kandidat für den Einsatz in der Medizin.

Text: Tim Schröder

Als Ingo Grunwald im Urlaub den dänischen Nordseestrand entlang schlenderte, staunte er nicht schlecht: Im Treibgut zu seinen Füßen lagen Dutzende durchscheinend-bräunlicher Schalentiere mit zentimeterlangen buschigen Beinen. Der Weststurm musste sie mit der Brandung angespült haben. Grunwald hob ein Bündel auf. Die Tiere hatten sich fest an Eisstiele und Plastikfetzen geheftet – unmöglich, die Lebewesen vom Treibgut zu trennen. Der Biologe wurde neugierig. Er legte ein paar der seltsamen Kreaturen in Marmeladengläsern in Spiritus ein und nahm sie mit nach Bremen

Grunwald und seine Kollegen sind Experten für biologische Klebstoffe am Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, und bis dahin war ihm noch nie ein Lebewesen untergekommen, das eine so gut haftende Substanz in so großen Mengen produziert. Dosima fascicularis heißt das seltsame Geschöpf, zu deutsch »Gestielte Meereichel«. Es sondert einen luftig leichten Klebstoff ab, der im Wasser aushärtet und an erstarrten Eischnee erinnert. Das Tier sieht zwar aus wie eine Muschel, ist aber ein Krebs. Seine Laufbeine hat es zu Fangarmen umgebildet. Dosima ist eng mit den Seepocken verwandt. Anders als diese heftet sich Dosima aber nicht an Steine, sondern an Treibgut und wird so von Meeresströmungen durch den Atlantik oder Pazifik getragen. Zudem sondern die Tiere so viel Klebmasse ab, dass daraus ein kleines Floß entsteht, das genug Auftrieb hat, um Dosima an der Meeresoberfläche zu halten.

Forscher wollen die Haftkraft des »biologischen Zements« enträtseln

Grunwalds Strandspaziergang ist gut zwei Jahre her. Inzwischen hat er gemeinsam mit Forschern der Universität Wien begonnen, die Haftkraft des »biologischen Zements« in einem Kooperationsprojekt zu enträtseln. Die Wiener Kollegen um Waltraud Klepal untersuchen im Detail den Aufbau der Zementdrüsen und der Gänge, durch die Dosima den Superkleber absondert. Klepal fertigt dazu hauchdünne, histologische Gewebeschnitte an, die dann im Elektronenmikroskop analysiert werden. Ingo Grunwald hingegen will das Rezept des Bio-Zements entschlüsseln. »Wir sind uns ziemlich sicher, dass es sich um einen Klebstoff handelt, der fast ausschließlich aus Eiweißen, Proteinen, besteht«, sagt Grunwald. Der Forscher versucht derzeit herauszufinden, aus welchen Aminosäure-Bausteinen die Proteine aufgebaut sind. Wenn er Glück hat, können seine Kollegen und er die Kleb-Proteine dann in einem zweiten Schritt im Labor nachbauen.

Der Klebstoff ist nicht nur wegen seiner Haftkraft faszinierend, sondern auch weil er unter Wasser aushärtet. Auch Miesmuscheln beherrschen diese Kunst. Die blauschwarzen Schalentiere spinnen sich mit dünnen Haltefäden an Steinen im Meer fest, die sie mit einem eigenen Bio-Klebstoff am Untergrund befestigen. US-Forscher haben bereits vor einigen Jahren herausgefunden, aus welchen Aminosäuren sich die Muschelkleber-Eiweiße zusammensetzen. Doch Dosima hat es in sich. »Ihr Zement ist so fest, dass er sich kaum mit den üblichen Lösungsmitteln in seine Bestandteile zerlegen lässt«, sagt Grunwald. »Die Lösungsmittel, die bei den Muscheln funktionieren, versagen bei Dosima.« Für Grunwald macht das den Krebs nur noch interessanter. Inzwischen ist es ihm gelungen, eine so große Proteinmenge aus der Zementmasse zu lösen, dass er mit der Analyse der Proteine beginnen konnte. Jetzt kann er die Eiweiße bereits bestimmten Gruppen zuordnen. In den kommenden Monaten folgt die Dechiffrierung der Aminosäureabfolge. Dazu wird ein Analysegerät das Protein Stück für Stück zerlegen und Aminosäure für Aminosäure identifizieren. Damit wissen die Forscher, in welcher Reihenfolge das Protein aufgebaut wird – die entscheidende Voraussetzung für die spätere Synthese der Substanz, für die Grunwalds Kollege Klaus Rischka verantwortlich ist.

Als Leiter der Arbeitsgruppe »BioInspirierte Materialien« weiß Grunwald, dass derartige Substanzen für die Industrie und vor allem die Medizin von Interesse sind. Solche Bioklebstoffe können Schnittwunden verschließen oder Nägel und Schrauben bei Knochenbrüchen ersetzen. Der Miesmuschelklebstoffe wird heute bereits in der Zellbiologie eingesetzt. Er wird aus Muschelextrakt gewonnen. Da Muscheln im Gegensatz zu Dosima aber nur winzige Klebstoffmengen herstellen, ist die Gewinnung aufwändig. Etwa 10 000 Muscheln sind nötig, um ein Gramm zu erhalten. Eine Menge, die ein einziges Dosima-Individuum spielend herstellt. Der Kaufpreis des Muschelklebstoffs ist entsprechend hoch. Er liegt bei mehr als 100 US-Dollar pro Milligramm. Zum Vergleich: Ein Milligramm Gold bringt es derzeit auf 40 US-Cent.

Gelingt es, den Dosima-Werkstoff in der Retorte herzustellen, könnte er am Ende deutlich billiger sein. Noch aber muss die Aminosäuresequenz entschlüsselt werden. Erst dann wird sich zeigen, ob er sich synthetisieren lässt. Ist das Protein beispielsweise besonders groß, ist der Nachbau im Labor schwierig. Denkbar wäre es auch, den Klebstoff nicht in reiner Form einzusetzen, sondern mit anderen Chemikalien zu einem Hybridklebstoff zu mischen. Die Proteine könnten dann als eine Art Haftkraftverstärker wirken. Als Einsatzgebiete kämen Applikationen in Frage, bei denen man mit feuchtheißer Umgebung zu kämpfen hat, was Klebprozesse oftmals erschwert. Noch ist es für Grunwald aber zu früh, um über mögliche Anwendungsszenarien zu spekulieren.

Zunächst will er gemeinsam mit den Histologen in Wien das Wunder des Unterwasser-Klebens verstehen. Tatsächlich reicht es oftmals nicht, allein die Aminosäuresequenz eines Naturstoffs zu entschlüsseln. Man muss auch wissen, wie die Substanz im Tier verarbeitet wird. Spinnen etwa können je nach Bedarf aus demselben Werkstoff Fäden unterschiedlicher Dicke oder Strapazierfähigkeit herstellen, indem sie die Substanz erst beim Verspinnen an den Spinnwarzen chemisch modifizieren. »Einem Material in einem einzigen Prozessschritt unterschiedliche Eigenschaften aufzuprägen, das ist in der technischen Welt eine wirkliche Herausforderung«, sagt Grunwald. Sein Ziel ist es, im kommenden Jahr die Analyse der Proteine abzuschließen. Dann soll eine erste Synthese im Labor folgen. Erst danach möchte er sich festlegen, was er und seine Kollegen für die Zukunft mit dem Dosima-Klebstoff noch erreichen wollen. ■

www.fraunhofer.de/audio:
online ab 26. April 2011