

FOTOS: MPI FÜR KOLLOID- UND GRENZFLÄCHENFORSCHUNG / UNIVERSITY OF CALIFORNIA AT SANTA BARBARA

KOLLOID- UND GRENZFLÄCHENFORSCHUNG

Das Geheimnis des Ehekäfigs

Aus einfachsten Rohstoffen kann die Natur außergewöhnliche Baumaterialien herstellen. Das beweist der Glasschwamm *Euplectella*. Ein Team um Peter Fratzl vom Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam hat mit Kollegen der Bell Labs und der Universität Kalifornien (beide USA) herausgefunden, warum diese Konstruktion aus Bio-Glasfasern fast unzerbrechlich ist und damit den extrem hohen Druckverhältnissen der Tiefsee zu widerstehen vermag. (SCIENCE, 8. Juli 2005)

Seit mehr als 540 Millionen Jahren bevölkert er die Meere, lebt in Tiefen von 40 bis 5000 Metern und besitzt ein käfigartiges, gläsernes Skelett: der Glasschwamm *Euplectella*. Seine Gestalt erinnert an einen weißen Kolben voll feiner Löcher. Durch diese winzigen Öffnungen gelangen Garnelenlarven in sein Inneres. Meist siedeln sie sich dort als Pärchen an. Die Larven werden schnell zu groß für die Öffnungen ihrer Unterkunft. Deshalb verbringt das Krabbenpaar sein ganzes Leben in dem Schwamm und geht mit ihm eine Symbiose ein. In Japan wird *Euplectella* daher auch „Gefängnis der Ehe“ genannt und ist ein beliebtes Hochzeitsgeschenk.

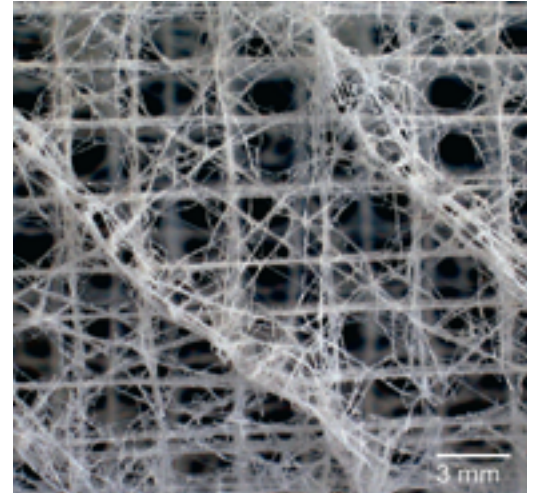
Wie gelingt es nun dem Schwamm, den hohen mechanischen Beanspruchungen von teilweise bis zu 500 Atmosphären in der Tiefsee zu trotzen? Neben dem Gewicht, das auf ihm lastet, malträtiert er zu-

dem die eingefangenen Krabben mit ihren Zangen das Gehäuse. Doch der Käfig ist ausbruchssicher.

Jetzt haben die Potsdamer Materialforscher die Strukturen vom Nanometer- bis in den Zentimeterbereich untersucht. Dabei entdeckten sie, dass der Käfig in mindestens sieben hierarchisch gegliederten Stufen aufgebaut ist. Das Skelett selbst besteht aus Bio-Glasfasern. Doch wie lässt sich aus diesen Glasfasern ein bruchfestes Gehäuse bauen? „Die Antwort fanden wir im Innern der Glasfasern, die aus konzentrisch angeordneten Schichten mit wenigen Mikrometern Dicke aufgebaut sind“, sagt der Max-Planck-Wissenschaftler Peter Fratzl. „Diese Glaslamellen sind wiederum untereinander durch eine hauchdünne Klebeschicht aus organischer Matrix verbunden.“ Die Forscher vermuten, dass das Glas selbst durch das Aneinanderfügen von Silikat-Nanopartikeln entsteht, die *Euplectella* aus dem Wasser synthetisiert.

Der Mikrolammellen-Aufbau verringert die Sprödigkeit des Glases. Risse und Kratzer, wie sie durch die Zangen der Garnelen hervorgerufen werden, führen daher nicht so leicht zum Bruch wie bei massivem Glas, denn sie werden in die organischen Zwischenschichten abgelenkt und so am Ausbreiten gehindert. Mehrere Glasfasern unterschiedlicher Dicke sind wiederum untereinander mit Glaszement – er besteht ebenfalls aus Silikat-Nanopartikeln – zu starken Konstruktionsstäben gebündelt.

Die Stäbe ihrerseits sind vertikal, horizontal und diagonal angeordnet und zu einem dichten Netz verwoben. „Ihre Struktur ähnelt einer Fachwerkkonstruktion“, sagt Fratzl. „Unsere Versuche mit dem Schwamm haben gezeigt, dass die diago-



nalen Verstreungen ausreichen, um das Fachwerk gegen Verschiebungen zu schützen.“ Zusätzlich ist die Struktur durch spiralförmige Rippen verstärkt, um ein Quetschen des Käfigaufbaus zu verhindern. „Die letzte Ebene ist die geschwungene Form des Käfigs, die sich nach unten verjüngt“, erklärt der Materialforscher. „Dort ist der Schwamm durch Glasfasern am Meeresboden verankert.“

Für die Potsdamer Wissenschaftler ist *Euplectella* ein Lehrbuchbeispiel, wie sich aus spröden Materialien wie Glas bruchfeste Strukturen erzeugen lassen. „Erstaunlich für uns war die Tatsache, dass der Schwamm es schafft, eine ganze Reihe von mechanischen Konstruktionsprinzipien auf vielen Größenskalen vom Nanometer- bis zum Zentimeterbereich zu kombinieren“, erklärt Peter Fratzl. Mit derartigen Bauprinzipien sind die Techniker und Konstrukteure bis heute nicht vertraut. Für die Materialforschung bedeutet das eine völlig neue Anregung. Doch alle seine Geheimnisse hat *Euplectella* immer noch nicht preisgegeben: „Bis jetzt ist unklar, wie ein vergleichsweise primitiver Organismus ein derart komplexes und optimiertes Gebilde überhaupt hervorbringen kann.“

Eine geniale Statik offenbaren die Detailaufnahmen der Glasfaserkonstruktion bei Schwämmen.

Ausbruchssicheres Gefängnis: Das Skelett des Tiefseeschwamms *Euplectella*, auch „Venusblumenkorbchen“ genannt.



@ Weitere Informationen erhalten Sie von: PROF. PETER FRATZL Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam Tel.: + 49 331 567-9401 Fax: + 49 331 567 9402 E-Mail: fratzl@mpikg.mpg.de