

KOLLOID- UND GRENZFLÄCHENFORSCHUNG

Perlmutter glänzt durch Festigkeit

Perlmutter wird nicht nur gern als Schmuck verwendet, es ist auch ein hervorragender Werkstoff. Es besteht zu mindestens 97 Prozent aus Kalk, hat aber eine dreitausendfach höhere Bruchfestigkeit – weil das Material in Schichten aufgebaut ist. Diese haben jetzt Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) im Detail untersucht. Das Ergebnis: Die Oberfläche der einzelnen Aragonitplättchen, aus denen das Perlmutter zusammengesetzt wird, besteht nicht aus einer geordneten, dreidimensionalen Struktur von Molekülen. Vielmehr ist sie aus ungeordneten Molekülen geformt und damit gewellt. (PNAS, 6. September 2005)

Die außergewöhnliche Bruchfestigkeit verdankt das Perlmutter seinem schichtförmigen Aufbau aus weichen organischen Lagen und harten Aragonitplättchen. Aragonit ist eine Modifikation von Kalziumkarbonat, bei dem die Moleküle in einem orthorhombischen Gitter angeordnet sind. „Man kann sich die Struktur des Perlmutter wie die Ziegelsteinbauweise eines Hauses vorstellen, bei der die Aragonitplättchen die Ziegelsteine sind und von einer weichen organischen Matrix, dem Mörtel, umhüllt werden.“

Das organische Gerüst besteht aus sehr dünnen Chitinschichten, auf denen wasserunlösliche Proteine fest angelagert sind“, sagt Helmut Cölfen vom Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung. Chitin ist ein Polysaccharid aus vielen miteinander verbundenen stickstoffhaltigen Zuckerbausteinen. Vor allem Insekten nutzen das Chitin als Hightech-Verbundwerkstoff.

Die Potsdamer Materialforscher interessieren sich nun für den Detailaufbau des Perlmutter. Sie wollten wissen, wie die Grenzfläche zwischen den Aragonitplättchen und der organischen Matrix aufgebaut ist. Für ihre Materialuntersuchungen an den Aragonitplättchen verwendeten die Wis-

senschaftler die Schale der Schnecke *Haliotis Laevigata*. Ihre Außenseite besteht aus Calcit und ihre Innenseite ist mit Perlmutter ausgekleidet.

Mithilfe der hoch aufgelösten Transmissions-Elektronenmikroskopie und der Kernresonanzspektroskopie fanden die Materialforscher heraus, dass an der Grenzfläche zwischen der weichen or-

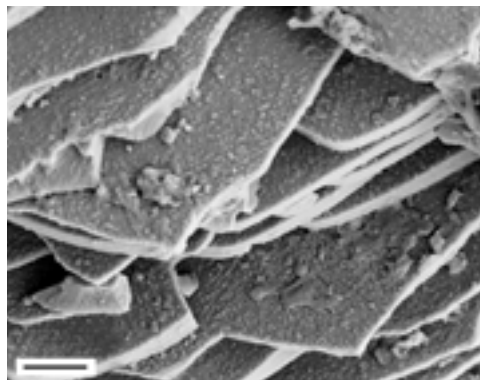


Die Schale der Schnecke *Haliotis Laevigata*. In den Kreisen sind Einblicke in die Feinstruktur des Perlmutter gezeigt – mit von links nach rechts steigender Vergrößerung. Die Aufnahmen entstanden mit dem Rasterelektronenmikroskop (rot) sowie dem Transmissions-Elektronenmikroskop (gelb und orange).

ganischen Matrix und den Aragonitplättchen eine nur fünf Nanometer (millionstel Millimeter) dicke Lage aus ungeordnetem Kalziumkarbonat existiert. Diese aus ungeordneten Molekülen bestehende Grenzfläche entsteht wahrscheinlich durch Verunreinigungen, die sich dort ansammeln. Bei der Kristallisation, also der Anordnung der Moleküle zum Aragonit, werden diese nicht in das orthorhombische Kristallgitter eingebaut.

Könnte man das Bauprinzip des Perlmutter kopieren, käme es zu einer Revolution der Materialindustrie. Die Ingenieure könnten festere Gipskartonplatten oder leichtere Betonteile bei gleicher Festigkeit herstellen. Doch bis dahin ist es noch ein weiter Weg. Vorerst versuchen die Potsdamer Max-Planck-Wissenschaftler, Perlmutter auf seinem organischen Gerüst herzustellen. Damit erhoffen sie sich Aufschluss über den Bildungsmechanismus des Materials. Bisher ist es ihnen schon gelungen, Calcitplättchen dort wachsen zu lassen; Calcit ist die thermodynamisch stabile Form des Kalziumcarbonats. Bald soll der Aragonit folgen. Schwieriger wird es jedoch, das organische Gerüst des Perlmutter zu synthetisieren. Derzeit verwenden die Materialforscher noch die natürliche Matrix. „Das organische Gerüst als Grundlage für die Züchtung zu kopieren ist die größte Herausforderung, da es in der Natur über Zellprozesse entsteht“, sagt Helmut Cölfen.

FOTOS: MPI FÜR KOLLOID- UND GRENZFLÄCHENFORSCHUNG



Bruchfläche von Perlmutter im Rasterelektronenmikroskop. Die Länge des Balkens entspricht einem Mikrometer.



@ Weitere Informationen erhalten Sie von: DR. HELMUT CÖLFEN
Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam
Tel.: + 49 331 567-9513
Fax: + 49 331 567-9502
E-Mail: helmut.coelfen@mpikg.mpg.de