



Biomaterialien mit steuerbarer Elastizität: Muschelfäden weisen den Weg zu künftigen Innovationen

Biomaterialien mit steuerbarer Elastizität: Muschelfäden weisen den Weg zu künftigen Innovationen
Muschelbyssus gilt seit der Antike als ein wertvolles Material, das sich für sehr feine und ungewöhnlich haltbare Textilien hervorragend eignet. Das Interesse richtete sich dabei insbesondere auf die Edle Steckmuschel (*Pinna nobilis*). Ihre Fäden wurden zu einem Gewebe weiterverarbeitet, das vor allem wegen seines goldenen Schimmers sehr begehrt war. Ein besonders prominentes Beispiel für einen vermutlich auf der Basis von Steckmuschelfäden gefertigten ist der "Schleier von Mannopello", der nahe der italienischen Ortschaft Mannopello in der Kirche Santuario del Volto Santo als Reliquie aufbewahrt wird.
Muschelbyssus bezeichnet den Halteapparat aus dünnen beweglichen Fäden, mit denen sich Muscheln an Felsen, Holz oder anderen festen Gegenständen in der Brandung festsetzen. Sie wachsen aus dem Muschelfuß im Inneren der Muscheln und verfügen über besonders klebende "Füße", die ein Wegrutschen ins offene Meer verhindern. Für die Byssusfäden der Miesmuschel ist es charakteristisch, dass ihre äußeren Enden viel steifer sind als die dem Muschelinneren nächstgelegenen, deutlich flexibleren Abschnitte. Dadurch sind die Fäden einerseits hinreichend fest, um den Strömungen des Wassers widerstehen zu können; andererseits sind sie zum Muschelinneren hin so flexibel, dass die weichen Muskeln der Muschel nicht verletzt werden.
Unterschiedliche Grade der Elastizität im Muschelfaden: Eine Bayreuther Forschergruppe identifiziert die Ursache
An der Universität Bayreuth hat eine Forschungsgruppe um Prof. Dr. Thomas Scheibel am Lehrstuhl für Biomaterialien und Prof. Dr. Clemens Steegborn am Lehrstuhl für Biochemie einen der Gründe für die unterschiedliche Elastizität in den Muschelfäden entdeckt. Es war bereits bekannt, dass jeder Byssusfaden einer Miesmuschel mehrere, nebeneinander in Längsrichtung verlaufende Stränge - die sogenannten Fibrillen - enthält. Die Fibrillen bestehen aus Proteinen, und zwar aus langen Kollagenmolekülen. In ihren winzigen Zwischenräumen und um die Stränge herum befinden sich hingegen andere Proteine. Diese bilden eine Matrix, in welche die Fibrillen eingebettet sind. Insofern handelt es sich bei den Muschelfäden um natürliche Kompositmaterialien, die eine ähnliche Grundstruktur haben wie moderne Verbundwerkstoffe mit ihren spezifischen, auf die jeweiligen Funktionen hin zugeschnittenen Eigenschaften.
Wie die Bayreuther Forscher jetzt herausgefunden haben, ist eine allmähliche Änderung der Bestandteile der Proteinmatrix im Verlauf des Muschelfadens für die unterschiedliche Elastizität verantwortlich. Ein Faden enthält in seinem äußeren Ende nicht die gleichen Proteine wie in dem flexibleren, dem Muschelinneren nähergelegenen - und deshalb als "proximal" bezeichneten - Abschnitt. Es gibt sogar ein Protein, das nur im proximalen Abschnitt enthalten ist. Und genau dieses Protein ist die Ursache für die ausgeprägtere Flexibilität dieses Fadenabschnitts. Seine Moleküle sind hier in hoher Zahl als winzige Abstandshalter zwischen den einzelnen Fibrillen angeordnet und bilden so einen wesentlichen Bestandteil der Matrix.
Erstmalige Aufklärung der Struktur eines Byssus-Proteins: Doppelte Bindung an die Kollagenstränge
In den Bayreuther Laboratorien wurde die molekulare Struktur dieses Proteins - des sogenannten "Protein Thread Matrix Protein 1 (PTMP1)" - präzise bestimmt. "Damit ist es überhaupt zum ersten Mal gelungen, die molekulare Struktur eines Byssus-Proteins aufzuklären", freut sich Prof. Scheibel. "Es handelt sich um eine Struktur, die wir in dieser Form bei Proteinen bisher noch nicht kannten.", so Prof. Steegborn. Ein PTMP1-Molekül besteht nämlich aus drei Teilen: zwei Domänen, die einzeln genommen anderen Proteinen ähneln, und einem Verbindungsstück in der Mitte, das diese Domänen auf einzigartige Weise verknüpft. Das Molekül fungiert innerhalb des Muschelfadens genau dadurch als Abstandshalter, dass seine beiden Domänen eine passende Längsausrichtung erhalten und an denselben Kollagenstrang binden; vermutlich ähnlich wie ein Turner mit beiden Händen eine Reckstange fest umfasst. Viele PTMP1-Moleküle, die sich auf diese Weise an die Fibrillen "klammern", sorgen im proximalen Abschnitt des Muschelfadens für feste Abstände zwischen den Fibrillen. Sie verleihen damit dem Faden eine höhere Elastizität.
Elastizität gezielt steuern: Spannende Perspektiven für neue Biomaterialien
Die biotechnologische Herstellung der PTMP1-Moleküle eröffnet spannende Perspektiven für die Entwicklung neuartiger Biomaterialien. In der Chirurgie werden bereits heute Implantate eingesetzt, die hauptsächlich aus Kollagen bestehen. Es wäre ein entscheidender Vorteil für die Patienten, wenn es möglich wäre, in künstliche Gelenke oder in künstliches Hautgewebe graduelle Übergänge von elastischeren zu festeren Bereichen einzubauen. "Unsere bisherigen Forschungsergebnisse haben gezeigt: Biotechnologisch hergestellte Moleküle des Byssus-Proteins eignen sich als Abstandshalter, mit denen sich der Elastizitätsgrad von Biomaterialien gezielt steuern lässt", erklärt Prof. Scheibel. Und nicht nur für medizinische Anwendungen, sondern beispielsweise auch für technische Textilien könnten sich die Proteine der Muschelfäden eines Tages als hochinteressante Bausteine erweisen.
Veröffentlichung: Michael H. Suhre, Melanie Gertz, Clemens Steegborn und Thomas Scheibel, "Structural and Functional Features of a Collagen Binding Matrix Protein from the Mussel Byssus", *Nature Communications* (2014) DOI: 10.1038/ncomms4392
Ansprechpartner: Prof. Dr. Thomas Scheibel
Universität Bayreuth
Lehrstuhl Biomaterialien
Fakultät für Ingenieurwissenschaften
D-95440 Bayreuth
Tel.: +49 (0)921 / 55-7360
E-Mail: thomas.scheibel@uni-bayreuth.de

Pressekontakt

Universität Bayreuth

95440 Bayreuth

thomas.scheibel@uni-bayreuth.de

Firmenkontakt

Universität Bayreuth

95440 Bayreuth

thomas.scheibel@uni-bayreuth.de

Die Universität Bayreuth ist eine dynamische und forschungsorientierte Campus-Universität. Wir vermitteln zukunftsfähige Bildung durch Wissenschaft und forschungsbasierte Lehre. In hervorragend ausgewiesenen Fachdisziplinen und in strategisch ausgewählten Profildfeldern bieten wir Studentinnen und Studenten aus dem In- und Ausland beste Studienbedingungen und sind für Forscherinnen und Forscher aus der ganzen Welt hoch attraktiv. Dabei agieren wir offensiv im regionalen, nationalen und internationalen Wettbewerb und verfügen über eine fokussierte Internationalisierungsstrategie. Wir kooperieren weltweit mit Universitäten, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen und fördern den Dialog zwischen Wissenschaft

und Gesellschaft.