

## **Die Natur als Vorbild für neue Materialien: Bayreuther Forschungen zu Seidenproteinen im Ausstellungszug „Expedition Zukunft“**

Die Materialforschung interessiert sich zunehmend für die Eigenschaften und Strukturen von Materialien in der Tier- und Pflanzenwelt. Diese Biomaterialien können technischen Materialien in mancher Hinsicht überlegen sein. Sie enthalten in vielen Fällen ein überraschend großes Potenzial für technische Anwendungen in der Medizin, der Pharmazie, der Textilindustrie u.a. Ein Beispiel dafür sind Strukturproteine der Seide, die von Insekten oder Spinnen produziert werden. Der Lehrstuhl für Biomaterialien der Universität Bayreuth unter der Leitung von Professor Dr. Thomas Scheibel befasst sich mit der künstlichen Herstellung dieser Proteine und erforscht deren innovative Umsetzung in Produkte unterschiedlicher Industriezweige.

Im Wissenschaftsjahr 2009 präsentiert das Team um Professor Scheibel seine Forschungsarbeiten im Ausstellungszug „Expedition Zukunft“, der in mehr als 60 Städten in Deutschland Station macht, um über neue Entwicklungen in der Forschung zu informieren. Vom 24. bis 26. September 2009 ist der Zug, der aus insgesamt 12 Waggons mit themenspezifischen Ausstellungen besteht, im Bayreuther Hauptbahnhof zu besichtigen. Er wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert; die Organisation liegt in den Händen der Max Planck-Gesellschaft.

### **Spinnenseide – ein Biomaterial mit einzigartigen Qualitäten**

Weltweit gibt es rund 38.000 bekannte Spinnenarten. Die Spinnen produzieren Seidenfäden für eine Vielzahl von Anwendungen – insbesondere für Spinnennetze, in denen sie ihre Beute fangen, aber auch für Kokons und Klebstoffe. Die Strukturen und Eigenschaften der Fäden sind dabei dem jeweiligen Zweck angepasst. In allen Fällen sind die Seidenfäden extrem dünn. Ihr Durchmesser beträgt nur wenige Tausendstel Millimeter, nämlich 1 bis 5 Mikrometer (zum Vergleich: Ein menschliches Haar hat einen Durchmesser von durchschnittlich 70 Mikrometern). Dennoch zeichnen sich die Seidenfäden durch eine außergewöhnliche Reißfestigkeit aus: Sie sind sehr stabil und gleichzeitig extrem dehnbar.

Wegen dieses Eigenschaftsprofils ist es attraktiv, Spinnenseide in großen Mengen möglichst kostengünstig herzustellen und für die Entwicklung neuer Produkte einzusetzen. Doch auf natürlichem Weg – etwa auf großen Spinnenfarmen – ist das nicht möglich: Zum einen produzieren Spinnen in Gefangenschaft eine Seide von minderer Qualität; und zum anderen ist bei den meisten Spinnenarten der Kannibalismus so ausgeprägt, dass die Spinnen vereinzelt gehalten werden müssten, um das Überleben größerer Bestände zu gewährleisten. Zudem müsste den vereinzelt lebenden Tieren die produzierte Seide ständig durch kostspielige Verfahren entnommen werden.

Das Team des Lehrstuhls für Biomaterialien an der Universität Bayreuth.  
Vordere Reihe,  
2. von rechts:  
Prof. Dr. Th. Scheibel



## Seidenproteine aus gentechnischer Herstellung

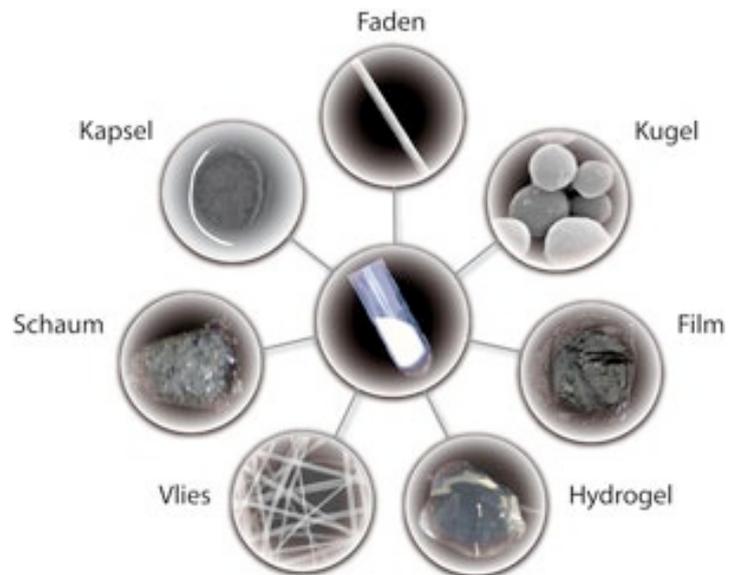
Auf der Suche nach Alternativen haben die Bayreuther Forscher die künstliche Herstellung von Spinnenseiden untersucht und dabei verschiedenartige Verfahren erprobt. Ausgangspunkt ist die biotechnische Produktion der Proteine, aus denen sich die Seidenfäden zusammensetzen. In einem ersten Schritt wird die innere Struktur der Proteine untersucht und mit Computeranalysen ausgewertet. Die so gewonnenen Informationen werden anschließend in genetische Informationen übersetzt; d.h. es wird ermittelt, wie die Gene beschaffen sind, die im Organismus der Spinne die Herstellung der Proteine steuern. Diese Gene der Spinne werden anschließend künstlich hergestellt und in lebende Organismen eingepflanzt. Als derartige Wirtsorganismen eignen sich insbesondere Bakterien des Darmbakteriums *E.coli*, die sich mit herkömmlichen Fermentationsprozessen in großen Mengen vermehren lassen.

Die Spinnengene können allerdings nicht unverändert in die Bakterien „eingeschleust“ werden. Denn Spinnen sind hochentwickelte Gliedertiere, Bakterien sind hingegen primitive Mikroorganismen und können mit den für Spinnen charakteristischen Formen der Proteinproduktion nicht umgehen. Den Bayreuther Forschern ist es dennoch gelungen, die für die Produktion von Seidenproteinen zuständigen Gene der Spinne so zu modifizieren, dass sie sich in die Erbinformation der Bakterien einbauen lassen. Die auf diese Weise gentechnisch veränderten Bakterien stellen dann in Fermentern die gewünschten Seidenproteine her. Die Proteine werden anschließend aus den Zellen der Bakterien isoliert sowie von Zelltrümmern und bakteriellen Proteinen gereinigt. Nach einer Gefriertrocknung liegen sie als Pulver vor.

In der Forschung hat sich für Proteine, die in fremden, gentechnisch veränderten Organismen erzeugt werden, der Fachausdruck „rekombinante Proteine“ etabliert. Ein prominentes Beispiel für derartige Proteine ist menschliches Insulin, das schon seit Jahrzehnten großindustriell in gentechnisch veränderten *E.coli*-Bakterien produziert wird.

## Von der Textilindustrie bis zur Medizintechnik: Neue industrielle Anwendungen

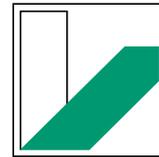
Die in Pulverform vorliegenden Seidenproteine werden auch als „Rohseide“ bezeichnet. Sie sind das Ausgangsmaterial für industrielle Anwendungen, die derzeit intensiv erforscht werden. Dabei bietet sich zunächst einmal die Nutzung in der Textilindustrie an. Mit Elektrospleinverfahren lassen sich die Seidenproteine in fadenförmige Makromoleküle – sogenannte Fibrillen – überführen, die ihrerseits zu Vliesstoffen weiterverarbeitet werden können. Diese Vliesstoffe kommen beispielsweise in Anlagen zur Staubfilterung und Luftreinigung zur Anwendung. Die von den Spinnen produzierten natürlichen Seidenfäden exakt nachzubauen, ist allerdings trotz intensiver Entwicklungsarbeiten bisher nur im Labor gelungen. Die hierfür erforderlichen chemischen und mechanischen Prozesse lassen sich mit den in der Industrie etablierten Spleinverfahren derzeit noch nicht realisieren.



Am Lehrstuhl für Biomaterialien hergestellte dreidimensionale Strukturen aus rekombinanten Proteinen der Spinnenseide.

Jedoch gibt es weitere Möglichkeiten zur Verarbeitung der Rohseide, die einen geringeren technischen Aufwand erfordern und schon heute zu Innovationen in verschiedenen Wirtschaftszweigen führen. Beispielsweise können durch Gieß- oder Sprühverfahren extrem dünne und zugleich kristallklare Folien hergestellt werden, die sehr widerstandsfähig sind; im Vergleich mit herkömmlichen Folien aus Kunststoff zeichnen sie sich durch eine wesentlich bessere Luft- und Wasserdurchlässigkeit aus. Zudem lassen sich die Seidenproteine auch zu extrem dünnen Filmen weiterverarbeiten, die als Oberflächenbeschichtungen oder als Verpackungsmaterial zum Einsatz kommen. Für die pharmazeutische Industrie wiederum sind Kapseln aus Seidenproteinen interessant, in denen medizinische Wirkstoffe eingeschlossen werden können: Die Wirkstoffe bleiben von äußeren Einflüssen geschützt, bis sie vom Organismus aufgenommen werden. Und da die Kapseln ein quasi natürliches Proteinmaterial darstellen, werden sie ohne Rückstände verdaut.

Eine vielversprechende Anwendung zeichnet sich derzeit in der Medizintechnik ab. Wenn im peripheren Nervensystem einzelne Nerven beschädigt sind, kommt es nur selten vor, dass sie sich aus eigener Kraft – also ohne Transplantation von Nervengewebe aus anderen Körperteilen – regenerieren. Dieser Prozess der Regeneration kann jedoch mit speziellen Fasern aus Spinnenseidenproteinen wirksam unterstützt werden. Die Fasern werden



Informationen der Universität Bayreuth  
Forschungsergebnisse – Kompetenzen – Graduiertenausbildung – Technologietransfer

dabei in die Lücke eines beschädigten Nervenstrangs eingesetzt und verbinden wie eine Brücke das noch intakte Nervengewebe. An dieser Brücke entlang wächst – ausgehend von den beiden Nervenenden – neues Gewebe nach, bis ein vollständiger Nervenstrang vorliegt.

## **Mit Wagniskapital aus der Forschung in die Wirtschaft**

Neue industrielle Anwendungen der Spinnenseide bilden das Geschäftsfeld der Amsilk GmbH. Wissenschaftlicher Leiter des jungen Unternehmens ist Dr. Lin Römer, ein früherer Mitarbeiter im Team von Professor Scheibel, der bis 2007 an der TU München tätig war. Seit Dezember 2008 wird die erfolgreiche Ausgründung der TU München, die ihren Sitz im Innovations- und Gründerzentrum in Martinsried bei München hat, durch Wagniskapital finanziert. Amsilk beschäftigt heute vier Mitarbeiter, die gemeinsam die technologischen Verfahren zur Proteinherstellung und ihrer kommerziellen Nutzung vorantreiben.

## **Preisgekrönte Forschung**

Professor Scheibel ist für seine Forschungen in den letzten Jahren vielfach ausgezeichnet worden. 2004 erhielt er den Junior Scientist Award des Kompetenzzentrums Neue Materialien, 2005 folgte der Promegapreis „Hauptsache Biologie“. 2006 wurde er mit dem Innovationsanerkennungspreis des Bayerischen Ministerpräsidenten ausgezeichnet. 2007 gewann Professor Scheibel einen Preis im Wettbewerb „Innovationen aus der Natur“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), und im gleichen Jahr wurden seine herausragenden Leistungen mit der Heinz Maier-Leibnitz-Medaille gewürdigt. 2008 erhielt Professor Scheibel den Karl Heinz Beckurts-Preis, der wissenschaftlich-technische Leistungen würdigt, von denen Impulse für industrielle Innovationen zu erwarten sind.

Zusammen mit den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Bayreuther Lehrstuhls für Biomaterialien wird Professor Scheibel den Ausstellungszug „Expedition Zukunft“ am Bayreuther Hauptbahnhof begrüßen. Das Team lädt die Öffentlichkeit herzlich ein, sich hier aus erster Hand über den aktuellen Stand seiner Forschungen zu informieren.

### **Text und Redaktion:**

Christian Wißler

### **Abbildungen:**

Lehrstuhl für Biomaterialien,  
Abbildungen zur Veröffentlichung frei.

### **Kontaktadresse für weitere Informationen**

Lehrstuhl für Biomaterialien  
Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften  
Universität Bayreuth

Professor Dr. Thomas Scheibel (Leitung)  
Telefon: +49 (0)921 / 55-7360 und 55-7361  
E-Mail: [thomas.scheibel@bm.uni-bayreuth.de](mailto:thomas.scheibel@bm.uni-bayreuth.de)

Akad. Rat Dr. Hendrik Bargel (Wiss. Mitarbeiter)  
Telefon: +49 (0)921 / 55-7347  
E-Mail: [hendrik.bargel@bm.uni-bayreuth.de](mailto:hendrik.bargel@bm.uni-bayreuth.de)

<http://www.fiberlab.de>