



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Partikeln biotechnologischer Seide

## Bausteine für innovative Anwendungen in der Biomedizin: rekombinante Spinnenseidenproteine

Spinnenseide gilt in den Materialwissenschaften als eines der faszinierendsten Naturprodukte. Seit einigen Jahren können die Eiweißmoleküle, aus denen sich Spinnenseide zusammensetzt, mithilfe gentechnisch veränderter Organismen biotechnologisch hergestellt werden. Mögliche Anwendungen dieser biotechnologisch produzierten Proteine – sie werden als „rekombinante Proteine“ bezeichnet – sind ein Forschungsschwerpunkt von Prof. Dr. Thomas Scheibel, der an der Universität Bayreuth den Lehrstuhl für Biomaterialien innehat. In der Titelgeschichte der jüngsten Ausgabe von „Macromolecular Bioscience“ stellen er und zwei Mitarbeiter neuere Forschungsergebnisse vor, die für Innovationen in der Biomedizin wegweisend sind.

### Seidenpartikel für den Transport medizinischer Wirkstoffe

Partikel aus Spinnenseidenproteinen sind in hervorragender Weise dafür geeignet, Wirkstoffe auf schonende und effektive Weise langanhaltend in einem Organismus freizusetzen. Entscheidend ist dabei der Wirkstoffbeladungs- und Freisetzungsprozess der Partikel, den das Forschungsteam um Scheibel im Labormaßstab analysieren konnte:



Seidenfolie (oben)  
Gefärbte und farblose Folien aus  
Spinnenseide (unten)



Prof. Dr. Thomas Scheibel und Dipl.-Biol. Kristina Spieß  
im Zellkultur-Labor des Lehrstuhls für Biomaterialien

Zunächst lagern sich die Wirkstoffmoleküle an der Oberfläche eines Seidenpartikels an. Anschließend diffundieren sie in das Innere des Partikels. Sobald die Proteinpartikel mit Körperflüssigkeiten in Kontakt kommen, werden die Wirkstoffmoleküle von der Oberfläche aus langsam und kontinuierlich wieder an die Umgebung abgegeben.

Es bietet sich an, diesen Prozess für die Wirkstoffformulierung zu nutzen. Denn biologisch abbaubare Kapseln aus Spinnenseide können gewährleisten, dass dem Blutkreislauf eine definierte Dosis eines Wirkstoffs zugeführt wird – stetig und über einen längeren Zeitraum hinweg. Die Seidenpartikel selbst werden innerhalb weniger Wochen vom Organismus biologisch abgebaut. Dabei entstehen Aminosäuren, die vom Körper wiederum für den Stoffwechsel verwendet werden können.

### **Seidenfilme für die künstliche Herstellung von Zellgewebe**

Extrem dünne Filme/Folien aus Seidenproteinen bilden einen weiteren Forschungsschwerpunkt. Sie eignen sich unter anderem als Basismaterial für biochemische Sensoren, die winzige Mengen einer organischen Substanz aufspüren können. Von herausragendem Interesse für die Biomedizin ist die Möglichkeit, Seidenfilme für die künstliche



Prof. Dr. Thomas Scheibel  
und Dipl.-Biol. Kristina Spieß  
vor einer Vitrine des Lehrstuhls  
für Biomaterialien, mit Beispielen  
für potenzielle Anwendungen  
von Seidenmaterialien

Herstellung von Zellgewebe, das sog. „Tissue Engineering“, einzusetzen. Denn auf den Seidenoberflächen lassen sich gewebebildende Zellen ansiedeln, die sich kontinuierlich vermehren und zusammenhängende Strukturen bilden. Es kann sich dabei um ganz unterschiedliche Arten von Zellen handeln – beispielsweise um Zellgewebe, das dem natürlichen Knochenmaterial sehr ähnlich ist, oder auch um Stammzellen, die sich in unterschiedliche Richtungen hin ausdifferenzieren können.

### **Optimierung von Implantaten für die Chirurgie**

Zusammen mit dem Universitätsklinikum Würzburg arbeitet die Forschergruppe um Scheibel seit kurzem an Seidenfilmbeschichtungen für Brustimplantate aus Silikon. Dabei hat der Seidenfilm die Funktion, im Körper eine Barriere zwischen dem Silikon und dem umgebenden Gewebe zu bilden. Das Implantat gewinnt dadurch Oberflächeneigenschaften, die weitaus besser verträglich sind als die des Silikons. So bleiben den Patientinnen Schmerzen und erneute Operationen erspart.

### **Kontrollierte Eigenschaftsprofile**

Bei allen Anwendungen sind die Eigenschaften der Seidenproteine von zentraler Bedeutung: Dazu zählen insbesondere molekulare Mikrostrukturen, das Verhalten der Seidenmaterialien unter verschiedenen Drücken und Temperaturen, ihre chemische Reaktionsfreudigkeit, ihre Gas- und Wasserdurchlässigkeit und – was in der Medizin besonders wichtig ist – ihr biologisches Abbauverhalten. Unter Laborbedingungen können diese Eigenschaften präzise gesteuert werden. Das Bayreuther Forschungsteam um Scheibel ist in der Lage, jeden einzelnen Schritt bei der Herstellung von Seidenmaterialien so zu kontrollieren, dass am Ende ein Eigenschaftsprofil herauskommt, das die beabsichtigten Anwendungen unterstützt.

Schon bei der Auswahl der Proteine, aus denen ein Seidenmaterial hergestellt wird, fällt eine wesentliche Vorentscheidung für dessen Eigenschaftsprofil. Ein weiterer Schritt ist

die Wahl des Lösungsmittels, das bei der Materialherstellung verwendet wird. Schließlich hat auch eine mögliche Nachbehandlung, z.B. einer Seidenfolie, erhebliche Auswirkungen auf ihre Materialeigenschaften.

Wie Scheibel und seine Mitstreiter hervorheben, wird das Anwendungsspektrum der Seidenfilme nicht zuletzt von deren makroskopischer Struktur bestimmt. Auch diese muss nicht dem Zufall überlassen bleiben. Die Bayreuther Forscher können dem fertigen Seidenfilm ein bestimmtes Muster einprägen, indem sie ihn auf eine entsprechend strukturierte Oberfläche auftragen. Wenn der Seidenfilm dann beispielsweise als Unterlage für das Wachstum von Gewebezellen fungiert, beeinflusst seine makroskopische Struktur die Richtung, in der sich die Zellen vermehren.

### **Biomaterialien – eine Alternative zu synthetischen Kunststoffen**

„Es ist beeindruckend, wie vielseitig Spinnenseidenproteine in der Biomedizin, der Pharmazie oder der Textilindustrie eingesetzt werden können,“ erklärt Scheibel. „In den letzten Jahren ist es uns gelungen, die Eigenschaften von seidenbasierten Biomaterialien wie z.B. Filme oder Partikel mit immer größerer Präzision zu kontrollieren; und zwar so, dass sie für die jeweils angestrebten Anwendungen funktionsoptimiert sind. Deshalb sind Biomaterialien, die auf der Basis von Spinnenseidenproteinen hergestellt werden, eine leistungsstarke Alternative zu bisherigen synthetischen Kunststoffen. Die Natur weist uns auch in dieser Hinsicht den Weg zu innovativen Produkten.“

### **Veröffentlichung:**

Kristina Spiess, Andreas Lammel, Thomas Scheibel:  
Recombinant Spider Silk Proteins for Applications in Biomaterials,  
In: Macromolecular Bioscience (2010), Vol. 10, Issue 9, pp. 998–1007,  
DOI-Bookmark: 10.1002/mabi.201000071

### **Kontaktadresse für weitere Informationen:**

Prof. Dr. Thomas Scheibel  
Universität Bayreuth, Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften, D-95440 Bayreuth  
Tel.: +49 (0)921 / 55-7360, E-Mail: [thomas.scheibel@uni-bayreuth.de](mailto:thomas.scheibel@uni-bayreuth.de)

### **Text und Redaktion:**

Christian Wißler

### **Fotos:**

Prof. Dr. Thomas Scheibel (S.1; S. 2 li. oben und unten)  
Christian Wißler, (S. 2 re.; S. 4);  
Bilder zur Veröffentlichung frei; in hoher Auflösung zum Download:  
[www.uni-bayreuth.de/blick-in-die-forschung/29-2010-Bilder/](http://www.uni-bayreuth.de/blick-in-die-forschung/29-2010-Bilder/)