



## Pressedienst Wissenschaft

Garching, 10. Mai 2010

+++++ Sperrfrist: 12. Mai 2010 19.00 Uhr MESZ +++++

**Entscheidender Schritt des Spinnvorgangs aufgeklärt:**

### Wie spinnt die Spinne?

**Fünffmal so reißfest wie Stahl und dreimal so fest wie die derzeit besten synthetischen Fasern: Spinnenseide ist ein faszinierendes Material. Doch niemand kann bisher die Super-Fäden technisch herstellen. Wie schafft es die Spinne, aus den im Inneren der Spinndrüse gespeicherten Spinnenseidenproteinen in Sekundenbruchteilen lange, hochstabile und elastische Fäden zu ziehen? Diesem Geheimnis sind Wissenschaftler der Technischen Universität München (TUM) und der Universität Bayreuth (UBT) nun auf die Spur gekommen. In der aktuellen Ausgabe des renommierten Wissenschaftsjournals *Nature* stellen sie ihre Ergebnisse vor.**

„Die hohe Elastizität und extreme Reißfestigkeit der natürlichen Spinnenseide erreichen selbst Fasern aus reinem Spinnenseiden-Protein bisher nicht,“ sagt Professor Horst Kessler, Carl-von-Linde-Professor am Institute for Advanced Study der TU München (TUM-IAS). Daher ist eine Schlüsselfrage bei der künstlichen Herstellung stabiler Spinnenseide-Fäden: Wie schafft es die Spinne, das Rohmaterial in der Spinndrüse in hoher Konzentration bereit zu halten und bei Bedarf in Bruchteilen einer Sekunde daraus einen reißfesten Faden zu ziehen? Thomas Scheibel, bis 2007 an der TU München, inzwischen Professor am Lehrstuhl Biomaterialien der Universität Bayreuth, ist dem Geheimnis der Spinnenseiden seit einigen Jahren auf der Spur.

Spinnenfäden bestehen aus Eiweißmolekülen, langen Ketten, die aus Tausenden von Aminosäure-Bausteinen aufgebaut sind. Röntgenstreuungsexperimente zeigen, dass sich im fertigen Faden Bereiche befinden, in denen mehrere Eiweißketten über stabile physikalische Bindungen miteinander vernetzt sind. Sie bewirken die Stabilität. Dazwischen befinden sich unvernetzte Bereiche, sie sind für die hohe Elastizität verantwortlich.

In der Spinndrüse herrschen ganz andere Verhältnisse: In einer wässrigen Umgebung lagern hier die Seiden-Proteine in hoher Konzentration und warten auf ihren Einsatz. Die für die festen Quervernetzungen verantwortlichen Bereiche dürfen sich dabei nicht zu nahe kommen, da sonst die Eiweiße augenblicklich verklumpen würden. Es musste also eine Art Speicherform dieser Moleküle geben.

Die sonst so erfolgreiche Röntgenstrukturanalyse konnte zur Aufklärung nichts beitragen, da sie nur Kristalle analysieren kann. Bis zu dem Moment, an dem der feste Faden entsteht, spielt sich jedoch alles in Lösung ab. Die Untersuchungsmethode der Wahl war daher die Kernmagnetische Resonanz-Spektroskopie (NMR). An den Geräten des Bayerischen NMR-Zentrums gelang es dem Biochemiker Franz Hagn aus der Arbeitsgruppe von Horst Kessler, die Struktur eines Regulationselements aufzuklären, das für die Bildung des festen Fadens

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München

verantwortlich ist. Zusammen mit Lukas Eisoldt und John Hardy aus der Gruppe von Thomas Scheibel konnte darüber hinaus die Wirkungsweise dieses Regulationselements aufgeklärt werden.

„Unter den Speicherbedingungen in der Spinnrinne sind immer zwei dieser Regulationsbereiche so miteinander verknüpft, dass die quervernetzenden Bereiche beider Ketten nicht parallel zueinander liegen können,“ erläutert Thomas Scheibel die Ergebnisse. „Die Vernetzung ist damit wirkungsvoll unterbunden.“ Die Eiweißketten lagern sich dann so zusammen, dass polare Bereiche außen sind und die Wasser abweisenden Teile der Kette innen. Dies stellt die gute Löslichkeit in der wässrigen Umgebung sicher.

Gelangen die so geschützten Proteine in den Spinnkanal, finden sie dort eine völlig andere Salzkonzentration und -zusammensetzung vor. Die beiden Salzbrücken der Regulator-domäne werden dadurch instabil und die Kette kann sich entfalten. Durch die Strömung im engen Spinnkanal treten zudem starke Scherkräfte auf. Die langen Eiweißketten werden parallel zueinander ausgerichtet, und nun liegen auch die für die Quervernetzung verantwortlichen Bereiche direkt nebeneinander. Ein stabiler Spinnseidenfaden entsteht.

„Unsere Ergebnisse haben gezeigt, dass der von uns entdeckte molekulare Schalter am C-terminalen Ende der Eiweißkette sowohl für die sichere Lagerung als auch für den Faserbildungsprozess von entscheidender Bedeutung ist,“ sagt Franz Hagn. Eine wichtige Grundlage für diese Ergebnisse schuf eine Kooperation der Arbeitsgruppe um Thomas Scheibel mit dem Team von Professor Bausch am Physik-Department der TUM. Dort wurde ein künstlicher Spinnkanal in Mikrosystemtechnologie entwickelt. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen arbeiten die Bayreuther Wissenschaftler inzwischen im Rahmen eines BMBF-Verbundprojekts zusammen mit Industrieunternehmen mit Hochdruck an der Entwicklung eines biomimetischen Spinnapparates. Anwendungen gäbe es viele, vom resorbierbaren Nahtmaterial für Operationen bis hin zu technischen Fasern für den Automobilbereich.

Die Arbeiten wurden unterstützt durch Bereitstellung von Messzeit am bayerischen NMR-Zentrum, durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), den Exzellenzcluster Center for Integrated Protein Science Munich (CIPSM) sowie durch das Institute for Advanced Study der TU München, an dem Horst Kessler nach seiner Emeritierung als Senior Fellow arbeitet. Franz Hagn wird gefördert vom Bayerischen Elitenetzwerk CompInt, Mitautor John G. Hardy von der Alexander von Humboldt Stiftung.

#### **Original-Publikation:**

A conserved spider silk domain acts as a molecular switch that controls fibre assembly, Franz Hagn, Lukas Eisoldt, John G. Hardy, Charlotte Vendrely, Murray Coles, Thomas Scheibel, Horst Kessler  
Nature, 13. Mai 2010, DOI: 10.1038/nature08936

**Bildmaterial:**

<http://mediatum.ub.tum.de/?cunfoid=978347&dir=978347&id=978347>

**Hintergrundinformationen:**

NMR-Spektroskopische Untersuchungen von Proteinen und Peptiden, Bayerisches NMR-Zentrum (Prof. Dr. H. Kessler, TUM-IAS)

Link: <http://www.org.chemie.tu-muenchen.de/akessler/>

Forschungsarbeiten mit einer in Mikrosystemtechnik hergestellten künstlichen Spinndrüse (Physik-Department der TUM, Prof. Bausch)

Link: <http://www.e22.physik.tu-muenchen.de/bausch>

Biomimetische Herstellung von Spinnenseidenproteinen und Seidenfasern (Prof. Thomas Scheibel, ehem. TU München, jetzt Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Biomaterialien):

Link: <http://www.fiberlab.de>

**Kontakt:**

Prof. Dr. Horst Kessler  
Institute for Advanced Study / Department Chemie  
Technische Universität München  
Lichtenbergstraße 4, 85748 Garching, Germany  
Tel.: +49 89 289 13300, Fax: +49 89 289 13210  
E-Mail: [horst.kessler@ch.tum.de](mailto:horst.kessler@ch.tum.de)

Prof. Dr. Thomas Scheibel  
Lehrstuhl Biomaterialien  
Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften  
Universität Bayreuth  
Universitätsstraße 30, 95447 Bayreuth, Germany  
Tel.: +49 921 55 7360  
E-Mail: [thomas.scheibel@uni-bayreuth.de](mailto:thomas.scheibel@uni-bayreuth.de)

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 420 Professorinnen und Professoren, 7.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (einschließlich Klinikum rechts der Isar) und 24.000 Studierenden eine der führenden Universitäten Europas. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. Das weltweite Netzwerk der TUM umfasst auch eine Dependence in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet.

**Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München**

Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22779	<a href="mailto:marsch@zv.tum.de">marsch@zv.tum.de</a>
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	<a href="mailto:battenberg@zv.tum.de">battenberg@zv.tum.de</a>