



Sperrfrist: 23. April 2009, 20:00 Uhr

Kraftschub für Spinnenseide

Ein Wissenschaftlerteam aus Halle macht Spinnfäden mit dem Zusatz von Metallen deutlich reißfester und dehnbarer

Spiderman täte sich mit einem solchen Spinnenfaden sicher noch leichter. Etwa wenn er ein Fluchtauto stoppen muss, das mit 100 Kilometern pro Stunde davonrast. Aus 20 Metern Entfernung würde ihm dazu ein fünf Millimeter dünner Faden reichen - vorausgesetzt ein Team um Forscher des Max-Planck-Instituts für Mikrostrukturphysik hat die Spinnenseide zuvor behandelt. Ein Faden naturbelassener Spinnenseide müsste dagegen fingerdick sein und eine Stahlstange sogar so dick wie ein Unterarm. Das natürliche Material stärken die Max-Planck-Wissenschaftler, indem sie es mit Metallatomen infiltrieren. Auf diese Weise lassen sich möglicherweise auch andere natürliche sowie synthetische Fasern kräftigen. (Science, 24. April 2009)

Max-Planck-Gesellschaft
zur Förderung
der Wissenschaften e.V.
Referat für Presse- und
Öffentlichkeitsarbeit

Hofgartenstraße 8
80539 München

Postfach 10 10 62
80084 München

Tel.: +49 (0)89 2108 - 1276
Fax: +49 (0)89 2108 - 1207
presse@gv.mpg.de
Internet: www.mpg.de

**Leiterin
Wissenschaftskomm.:**
Dr. Christina Beck (-1275)

**Pressesprecherin / Leiterin
Unternehmenskomm.:**
Dr. Felicitas von Aretin (-1227)

Chefin vom Dienst:
Barbara Abrell (-1416)



Härtetest für Spinnenfäden: Ein Spinnenfaden - hier das Bild einer Kreuzspinne in ihrem Netz - ist einem Metalldraht gleicher Dicke in mancher Hinsicht überlegen. Nachdem Forscher des Max-Planck-Instituts für Mikrostrukturphysik ihn mit Metallionen infiltriert haben, hält der doppelt genommene Faden sogar einen 27,5 Gramm schweren Würfel, drei Mal mehr als ein natürlicher Faden.

Bild: Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik

Selbst wenn es nicht der Aufzug zur Raumstation ISS sein soll, dessen Vision die NASA in ihrer Traumfabrik verfolgt: Auch ein Stahlseil, das den Lift in einem Wolkenkratzer vom Format des Empire State Buildings zieht, hat an seinem

ISSN 0170-4656

eigenen Gewicht etwa so viel zu tragen wie an der Kabine. Und je höher die Häuser wachsen, desto dicker und schwerer werden die Seile. Abhilfe könnte da ein Material schaffen, das so zugfest ist wie die mit Metallionen infiltrierte Spinnenseide aus dem Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik.

Dass ein mit Metallionen behandelter Spinnenfaden auch unter großem Zug nicht reißt, ist nur einer seiner Vorteile: "Er lässt sich auch zweimal so stark dehnen wie ein natürlicher Spinnenfaden", sagt Mato Knez, der die Arbeiten am Max-Planck-Institut leitet. Da das behandelte Material starkem Zug und kräftiger Dehnung standhält, nimmt es zehnmal mehr Energie auf als das naturbelassene, bevor es reißt. Und eignet sich daher hervorragend, um eine volle Fahrt oder einen freien Fall zu bremsen: den Sturz eines Bergsteigers etwa.

Aber auch im Flugzeug- und Fahrzeugbau oder in der Weltraumtechnik könnten Materialien mit solchen Eigenschaften Anwendung finden. Generell überall dort, wo leichte, starke und flexible Werkstoffe gefragt sind. "Für die Praxis verspricht unsere Arbeit großes Potenzial, weil wir mit unserer Methode auch viele andere Biomaterialien reißfester und dehnbarer machen können", sagt Mato Knez. Wichtige Voraussetzung: Die Naturstoffe müssen als wesentlichen Bestandteil Proteine enthalten. Fasern aus dem Protein Kollagen etwa, die Knochen vor Brüchen und die Haut vor Rissen schützen, haben Knez und seine Mitarbeiter bereits durch die Metallbehandlung gestärkt.

Lange Gaspulse kräftigen den Faden

Wie die Forscher festgestellt haben, wirkt die Kräftigungskur für Spinnfäden und andere Eiweißfasern jedoch nur, wenn die Metallionen auch in sie eindringen. Um das zu erreichen, haben sie die Atomic Layer Deposition (ALD) abgewandelt. Mit dieser Methode werden gewöhnlich einzelne Lagen von Metalloxiden auf Oberflächen abgeschieden, indem ein Material im schnellen Wechsel Wasserdampf und einer flüchtigen Verbindung aus einem Metall und organischen Anhängseln ausgesetzt wird. Bis zu einigen Hundert solcher Gaspulse strömen auf das Material ein und überziehen es mit einer mehr oder weniger dicken Oxidschicht. "Da jeder Puls nur Sekundenbruchteile dauert, dringt das Metall aber nicht in das Material ein", erklärt Mato Knez: "Daher haben wir die Apparatur so umgebaut, dass wir die einzelnen Pulse bis zu 40 Sekunden ausdehnen können."

Um schon im Begriff klar zu machen, dass es sich nicht mehr nur um eine Beschichtung handelt wie bei der üblichen ALD, nennen die Forscher das modifizierte Verfahren Multiple Pulsed Vapor Phase Infiltration, kurz MPI. So wollen sie künftig Missverständnissen vorbeugen. "Es hat uns nämlich einige Mühe bereitet, Kollegen verständlich zu machen, dass wir Stoffe in einem Verfahren infiltrieren, das bislang nur zum Beschichten dient."

Dass Metallatome aus den Gasschwaden auch ins Innere der Spinnenseide kriechen, konnten die Forscher im Transmissionselektronenmikroskop erkennen. Für diese Untersuchungen hat ein Mitarbeiter der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 90 Nanometer dünne Scheiben von dem Spinnenfaden abgeschnitten. Nicht erklärt haben die Mikroskopbilder, warum die Metallatome den Proteinfäden mehr Kraft geben. "Darauf haben wir bislang auch nur Hinweise", sagt Mato Knez: Zum Beispiel aus NMR-Messungen, die Mitarbeiter der Universität Halle an mit Aluminium infiltrierte Spinnfäden gemacht haben.

Starke Metallbindung macht Spinnenseide belastbarer

"Demnach liegt das Aluminium darin in einer anderen Verbindung vor als in einem typischen Aluminiumoxid", sagt Knez, und er hat auch eine Idee in welcher: "Wir nehmen an, dass die Metallatome die Proteinmoleküle untereinander verbinden." Gewöhnlich bilden Wasserstoffatome Brücken zwischen den Molekülen, die jedoch viel leichter brechen als die starken Bindungen über Metallatome. So wird plausibel, warum ein metallederter Spinnfaden mehr Gewicht hält als ein natürlicher. Und auch die bessere Dehnbarkeit lässt sich so erklären. In die Länge ziehen lässt sich ein Spinnfaden nämlich, weil seine Proteinfasern in amorph genannten Bereichen durcheinander laufen wie verhedderte Wollfäden. An anderen Stellen legen sie sich aneinander wie Wolle in einem ordentlichen Knäuel. "Auch in diesen kristallinen

Bereichen werden die Wasserstoffbrücken vermutlich von Metallatomen ersetzt", sagt Mato Knez. Dabei löst sich ihre Ordnung auf, die amorphen Bereiche wachsen und mit ihnen die Dehnbarkeit.

Trotz der drastisch verbesserten Eigenschaften, wird metallbehandelte Spinnenseide künftig wohl weder Kotflügel noch Tragflächen verstärken. "Es ist wahrscheinlich kaum möglich, natürliche Spinnenseide im großen Stil zu gewinnen", sagt Knez. Denn die Tiere lassen sich nur unter großem Aufwand halten und sind auch beim Spinnen nicht besonders produktiv. Vom praktischen Nutzen des Kraftschubs für Material ist Mato Knez dennoch überzeugt: "Wir setzen darauf, dass wir auch die Eigenschaften von synthetischen Materialien, die natürliche imitieren, mit unserem Verfahren verbessern können."

[PH]

Originalveröffentlichung:

Seung-Mo Lee, Eckhard Pippel, Ulrich Gösele, Christian Dresbach, Yong Qin, C. Vinod Chandran, Thomas Bräuniger, Gerd Hause, Mato Knez

Greatly Increased Toughness of Infiltrated Spider Silk

Science, 24. April 2009

Kontakt:

Dr. Mato Knez
[Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, Halle](#)
Tel.: +49-345-5582-642
Fax: +49-345-5511-223
E-mail: mknez@mpi-halle.de