





Gar nicht spinnert

Forscher halten Spinnen als Nutztiere,
um wertvolle Seide zu gewinnen.
Aber es gibt auch andere Wege, um
an die Fäden zu kommen.
Die Jagd nach dem kostbaren Rohstoff
ist in vollem Gang.

Text: Oliver Burgard

Foto: Elias Hassos (S.46),

André Hemstedt & Tine Reimer

- Sie sind elastischer als Gummi, fester als Stahl und doch federleicht. Keine von Menschen geschaffene Faser kann es mit den dünnen Fäden aufnehmen, aus denen eine Spinne ihr Netz webt. Wegen ihrer besonderen Eigenschaften ist Spinnenseide ein Material, das für Biologen und Produktentwickler gleichermaßen interessant ist. Viel könnte man daraus machen: ultraleichte Fallschirme, Hightech-Sportmode, sogar organische Wundverbände.

Das Problem daran ist: Spinnen taugen kaum als Nutztiere. „Abgesehen von wenigen sozial lebenden Arten sind Spinnen räuberisch und kannibalistisch“, sagt Peter Jäger, Leiter der Arachnologie-Abteilung am Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum in Frankfurt am Main. „Seidenraupen kann man problemlos in Massenhaltung kultivieren. Bei Spinnen ist das viel schwieriger.“

Auch ist die Gewinnung der Fäden bei Spinnen deutlich komplizierter als bei Seidenraupen, den Larven der Seidenspinner. Sie hüllen sich mit langen Fäden in Kokons ein, die man ohne Probleme abwickeln und verarbeiten kann. Um die Seide einer Spinne zu gewinnen, muss man hingegen jedes einzelne Tier erst fixieren und dann den Faden aus dem Hinterleib ziehen. Das ist möglich, erfordert aber mehr als nur Fingerspitzengefühl.

Vier Institutionen versuchen trotzdem, der Spinne die Seide zu entwinden oder sie herzustellen.

Feine Fäden für die Medizin: Medizinische Hochschule, Hannover

In Hannover werden Spinnen als Nutztiere gehalten. Nicht in einer Textilfabrik, sondern in Deutschlands größter Transplantationsklinik, der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH). Dort leiten die Biologin Kerstin Reimers-Fadhlaoui und ihre Kollegin Christina Liebsch im Forschungszentrum der Klinik gemeinsam das Spidersilk Laboratory und erforschen seit fast zehn Jahren die medizinischen Anwendungsmöglichkeiten.

Den Rohstoff für ihre wissenschaftliche Arbeit liefern mehr als 100 Tiere, die in drei Räumen des Zentrums leben. Zwischen trockenen Ästen, die an den Wänden lehnen, weben sie

ihre Netze. In den Räumen ist es warm, ein bisschen muffig, die Spinnen hängen reglos herum. Munter werden sie nur zur Fütterung. Jede bekommt einmal pro Woche eine Grille. Die erwachsenen Tiere können sich in den Räumen frei bewegen, die „Spiderlinge“, so nennt man die Jungen, tummeln sich in kleinen Terrarien. Die erfolgreiche Nachzucht sorgt dafür, dass die Population in Hannover konstant bleibt. Begrenzt wird sie durch die Größe der Räume, denn jede erwachsene Spinne braucht reichlich Platz für ihr Netz.

Die Tiere gehören zur Gattung der Seidenspinnen (Nephila), die besonders stabile Fäden produzieren können. Außerdem sind sie dafür bekannt, dass sie in der Regel in ihrem Netz sitzen und auf Beute warten. Auch der latente Hang zum Kannibalismus ist in Hannover kein Problem, denn sie werden regelmäßig gefüttert und haben genug Raum, um sich gegenseitig aus dem Weg zu gehen. Daher sei die Haltung der Tiere recht unkompliziert, sagt Christina Liebsch.

Das gilt auch für das, was die Wissenschaftlerinnen „kurbeln“ nennen. Einmal pro Woche werden die Tiere mit einer Pinzette aus ihren Netzen gefischt und in einen schmalen Nebenraum gebracht. Dort steht ein Tisch mit zwei kleinen Maschinen, die extra angefertigt wurden, um die Seide zu gewinnen. Die Spinnen werden mit dem Rücken auf einen kleinen Schaumstoffblock gelegt und mit einem Stück Verbandsmaterial bedeckt, sodass nur noch der Hinterleib zu sehen ist. Wenn man ganz genau hinschaut, erkennt man einen winzigen Faden, der aus der Spinne herabhängt. Das ist die sogenannte Dragline, eine Art Halte-

Auch Spinnen sollen es schön haben: Kerstin Reimers-Fadhlaoui (links) und Christina Liebsch





Hier arbeitet eine Spinne. Zur Belohnung erhält sie eine Extraportion Futter

faden, den sie braucht, wenn sie beispielsweise vom Baum fällt. Dieser Faden wird aus dem Hinterleib der Spinne gezogen und mit einer kleinen Spule verbunden. Auf Knopfdruck setzt ein Motor die Spule in Bewegung, sodass die Spinnenseide aufgewickelt werden kann.

Das dauert ungefähr zehn Minuten und bringt einen Faden von einigen Hundert Metern Länge hervor. Als Belohnung erhält die Spinne nach dem Kurbeln eine Grille. „Beim ersten Mal sind die Tiere meist ein bisschen zappelig“, sagt Liebsch. Aber spätestens nach dem dritten oder vierten Mal hätten sie gelernt, dass es nach dem Kurbeln eine Extraportion Futter gibt, und verhielten sich ruhig und kooperativ.

Mit ihren über 100 Spinnen können die Wissenschaftlerinnen genug Seide produzieren, um ihre eigenen Studien zu betreiben. In den vergangenen zehn Jahren haben sie unter anderem herausgefunden, dass die langkettigen Proteine, aus denen die Fasern der Spinnenseide bestehen, als Trägermaterial für das sogenannte Tissue Engineering geeignet sind. Das bedeutet, dass man auf den Fasern menschliche Zellen züchten kann, die beispielsweise für Hauttransplantationen gebraucht werden. Außerdem eignen sich die feinen Fäden auch als Nahtmaterial in der Chirurgie. Spinnenseide wird vom menschlichen Körper rückstandslos abgebaut. Sie löst sich auf, ohne Spuren zu hinterlassen.

Eine weitere Anwendung ist die Reparatur von durchtrennten Nerven. Auf diesem Gebiet sind die Forschungen der Wissenschaftlerinnen am weitesten vorangeschritten. In Experimenten mit Schafen hat sich gezeigt, dass Nervenzellen auf den Fasern der Spinnenseide wie auf einer Brücke zusammenwachsen. Dieses Verfahren soll schon bald bei Menschen angewandt werden. „Wir bereiten jetzt eine klinische Studie vor, um unser Verfahren für die Nervenregeneration weiter voranzubringen“, sagt Liebsch.

Das setzt voraus, dass genug Spinnenseide vorhanden ist, um die an der Studie beteiligten Patienten damit zu behandeln. Für die Wissenschaftlerinnen in Hannover ist das kein Problem: Ihre Nutztiere sorgen für konstanten Nachschub. Und selbst wenn aus den Forschungsergebnissen in ein paar Jahren therapeutische Verfahren werden sollten, würden die Produktionskapazitäten im Spidersilk Laboratory immer noch ausreichen, um alle Patienten mit echter Spinnenseide zu versorgen.

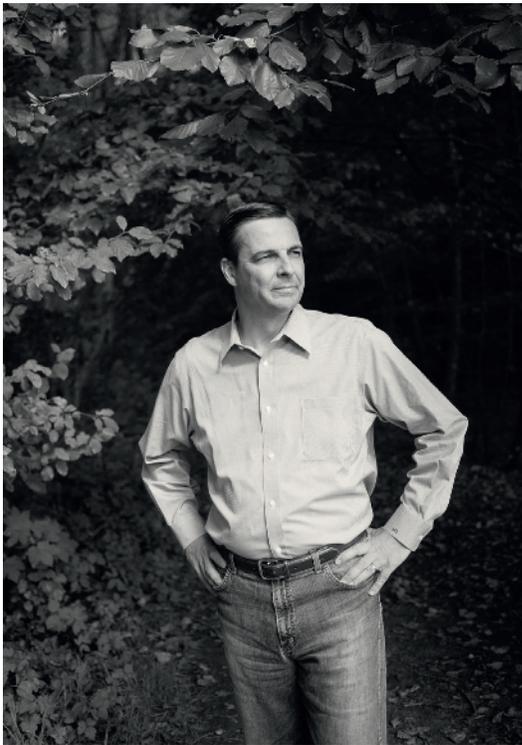
Die Faser von morgen: Kraig Biocraft, Michigan

Auf die Anwendung des Materials in der Textilindustrie hoffen Biotechnologiefirmen wie Kraig Biocraft Laboratories. Das Unternehmen mit Sitz in Lansing, Michigan, pflegt enge Kontakte zu Forschern an amerikanischen Universitäten. Folgt man der Selbstdarstellung der Firma, so ist sie Weltmarktführer bei der Herstellung genetisch modifizierter Spinnenseide.

Ähnlich wie an der Medizinischen Hochschule in Hannover sind auch bei Kraig Biocraft die Labortiere für die Faserproduktion zuständig. Doch es handelt sich um Seidenraupen. Durch eine Übertragung von Teilen des Erbguts von Nephila-Spinnen wurden sie genetisch so verändert, dass sie nun eine besondere Faser produzieren, die ähnliche Eigenschaften hat wie die Seide einer Spinne.

Im Januar hat die Firma ein „Monster Silk Programm“ gestartet und eine Pilotanlage für die Seidenproduktion in Betrieb genommen. Wenige Wochen später gab sie bekannt, dass sie den entscheidenden Schritt vom Labor in die Produktion erfolgreich bewältigt habe: Die transgenen Seidenraupen hätten angefangen, Kokons zu spinnen. „Der große Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass die Seidenraupen die Faser für uns produzieren können“, sagt Randolph Lewis. Er ist Professor für Molekularbiologie an der Utah State University in Logan und hat den Aufbau der Firma seit der Gründung im Jahr 2006 als wissenschaftlicher Berater begleitet.

Seit mehr als 20 Jahren geht Lewis schon der Frage nach, wie man Spinnenseide künstlich herstellen kann. Ein Schwerpunkt seiner Forschung ist die Übertragung von Spinnengen auf andere Organismen, Pflanzen oder Tiere, mit dem Ziel, diese Organismen in Produzenten von Spinnenseide zu verwandeln. ▶



Sie lassen Bakterien die Arbeit erledigen: Axel Leimer (links) und Lin Römer

Sein Wissen stellt er für kommerzielle Anwendungen zur Verfügung. Vor zehn Jahren sorgte die kanadische Firma Nexia für Furore, die damit ein Verfahren zur Herstellung von Spinnenseide entwickelte. Die Wissenschaftler übertrugen einen Teil der genetischen Informationen der Spinnengattung *Nephila* auf das Erbgut von Ziegen, um im Euter der Tiere Spinnenseidenproteine zu produzieren. Die Genübertragung funktionierte, doch es gelang den Forschern nicht, die Seidenproteine aus der Ziegenmilch herauszufiltern.

Nach den erfolglosen Experimenten mit den transgenen Ziegen hat der amerikanische Forscher Lewis seine ganze Aufmerksamkeit auf die Raupen des Seidenspinners gerichtet. Unter dem Dach von Kraig Biocraft sollen die Raupen nun schaffen, was mit den Ziegen nicht möglich gewesen ist: Spinnenseide in Mengen zu produzieren, die groß genug sind, um darauf ein Geschäftsmodell aufzubauen.

Aber noch ist das Produktionsverfahren nicht ganz ausgereift, wie der Wissenschaftler einräumt: „Die Schlüsselfrage ist, ob die Seidenraupen in der Lage sind, eine Faser mit ausreichenden mechanischen Eigenschaften zu produzieren.“ Doch sobald dieses Ziel erreicht sei, könne man wenige Monate später die Produktion starten.

Dabei geht es nicht nur um die nächste Generation von funktionaler Sportmode. Wenn Randolph Lewis nach möglichen Anwendungen der Faser gefragt wird, spricht er von großen Sicherheitsnetzen an Flughäfen, mit denen sich Flugzeuge nach der Landung stoppen lassen. „Die Proteinfaser der Spinnen“, sagt der Molekularbiologe, „ist fester als Kevlar und elastischer als Nylon.“

Medizin und Kosmetik: Amsilk, Martinsried

Während die US-amerikanische Biotech-Firma Kraig Biocraft noch an der Verbesserung ihrer Produktionsprozesse tüftelt, ist die deutsche Konkurrenz schon einen Schritt weiter. Im März hat die bayrische Firma Amsilk in Martinsried bei München den Prototyp einer neuen Faser vorgestellt. Diese Faser heißt Biosteel und besteht aus Proteinen, die man in der Natur in den Fäden der Kreuzspinne findet.

„Die entscheidenden Innovationshürden für die Herstellung der Faser haben wir genommen“, sagt Lin Römer, der Forschungs-

chef. „Wir bauen jetzt eine größere Pilotanlage, werden die Faser weiter verbessern und starten dann die industrielle Produktion“, kündigt der Geschäftsführer Axel Leimer an.

Den Bauplan für die Herstellung der Seidenproteine lieferte auch hier das Erbgut einer Spinne. Eine bestimmte Gensequenz sorgt dafür, dass das Tier in seinem Körper verschiedene Proteine produzieren kann, die durch die Spinnrüden in feine Fäden verwandelt werden. Dieser Prozess findet auch im Labor statt – mit dem kleinen Unterschied, dass die Proteine nicht im Körper von Spinnen produziert werden, sondern in großen Behältern, die mit einer stinkenden Brühe gefüllt sind. In diesen Fermentern schwimmen Bakterien der Sorte *Escherichia Coli*. Durch die Übertragung von Erbinformationen einer Gartenkreuzspinne wurden die Bakterien in die Lage versetzt, die gleichen Proteine zu produzieren wie das Tier.

Rund 20 verschiedene Seidenproteine können im Amsilk-Labor hergestellt werden, aber nur drei wird die Firma benutzen, um damit kommerzielle Anwendungen zu entwickeln – nicht nur Fasern für Textilien, sondern auch Kosmetik- und Medizinprodukte. Denn neben vielen anderen Vorzügen zeichnet sich Spinnenseide auch dadurch aus, dass sie vom menschlichen Immunsystem nicht als Fremdkörper behandelt und abgestoßen wird. „Das Material ist deshalb gut geeignet, um damit medizinische Implantate zu beschichten“, sagt Axel Leimer.

Schon im nächsten Jahr sollen die ersten Produkte mit Spinnenseide auf den Markt gebracht werden. Als Beweis klappt Leimer eine schwarze Schatulle auf, die vor ihm auf dem Schreibtisch steht. Darin befinden sich Prototypen von Pflegeprodukten, die er im April in Paris auf der Kosmetikmesse präsentiert hat. Leimer greift zu einer kleinen Tube, öffnet den Deckel und ver-

teilt ein wenig von dem hellen Gel, das die Tube enthält, auf seinen Händen und Wangen. „Die Seidenpartikel werden auf der Haut deponiert und sorgen dafür, dass sich die Haut glatter anfühlt und Feuchtigkeit besser speichern kann“, erklärt er den Effekt der neuen Substanz.

Und wie beurteilen die Amsilk-Männer ihre amerikanische Konkurrenz? Man beobachte sie aufmerksam, aber entspannt: „Die Faser der transgenen Seidenraupen lässt sich mit unserem Material nicht vergleichen“, sagt Leimer.

Was er damit meint: Er hält sie für minderwertig. Denn der Anteil der Spinnenseide in der Faser der transgenen Seidenraupe beträgt nach seiner Schätzung maximal zehn Prozent. Außerdem sei der Produktionsprozess der amerikanischen Firma anfällig für Störungen und Qualitätsschwankungen. Eine Erklärung liefert sein Kollege, der Biochemiker Lin Römer: „Bei höher entwickelten Lebewesen wie Seidenspinnern oder Ziegen sind ein korrekter Einbau und eine langfristige Funktionalität der Spinnengene viel schwieriger zu realisieren als bei Bakterien.“

Nun gilt es, den Entwicklungsvorsprung gegenüber der Konkurrenz zu halten und mit der 24-köpfigen Mannschaft die eigene Biosteel-Faser möglichst schnell marktreif zu machen. Vom kommerziellen Potenzial der Faser sind Römer und Leimer überzeugt. „Hochleistungstextilien für das Militär und Sporttextilien im oberen Preissegment“ würden daraus entstehen, sagt Axel Leimer. Er verweist auf den hohen Innovationsdruck in den Marketingabteilungen der Textilindustrie: „Viele Marken suchen nach neuen Möglichkeiten, um sich von der Konkurrenz abzusetzen, das eigene Image aufzupolieren oder höhere Preise zu rechtfertigen.“ Eine neue Faser, die besonders leicht, elastisch und trotzdem reißfest ist, käme da wie gerufen.

Eine Superfaser?

Lehrstuhl für Biomaterialien, Bayreuth

Und vielleicht ist das sogar nur der Anfang. Bis zur Marktreife der neuen Biosteel-Faser wird vermutlich noch viel Zeit ins Land gehen, aber ihr Erfinder, der Biochemiker Thomas Scheibel, denkt bereits weiter. Er ist Inhaber des Lehrstuhls für Biomaterialien an der Universität Bayreuth und hat vor rund zehn Jahren, damals noch an der TU München, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Verfahren entwickelt, mit denen die Firma Amsilk heute arbeitet. Gemeinsam mit Axel Leumer und Lin Römer, der wissenschaftlicher Mitarbeiter an Scheibels Lehrstuhl war, hat der Professor im Oktober 2008 die Firma gegründet. „Wir sind jetzt in der Lage, die natürlichen Eigenschaften der Spinnenseide nachzuempfinden“, so seine zufriedene Zwischenbilanz nach fünf Jahren. „Aber in Zukunft werden wir diese bei Weitem übertreffen.“

Thomas Scheibel forscht an einer neuen Proteinfaser mit Eigenschaften, die alle bisher bekannten Fasern, egal ob künstlich oder natürlich, in den Schatten stellen sollen. Auf die Frage, wann die neue Superfaser auf den Markt kommen wird, reagiert der Wissenschaftler ausweichend: „Da möchte ich mich lieber nicht zu weit aus dem Fenster lehnen.“ Aber kommen werde sie „definitiv“, sagt er. Das klingt so, als sei die echte Spinnenseide für ihn nicht mehr das Vorbild, sondern eigentlich schon das Auslaufmodell. ■

ERDGAS - Lösungen für die Zukunft

Der wirtschaftliche Weg
zur Sanierung beginnt
im Heizungskeller.



Günstig die Heizung modernisieren: mit ERDGAS.

Die Energiewende hat begonnen. Die Klimaschutzziele sind ehrgeizig. ERDGAS kann dazu beitragen, diese Ziele zu erreichen – auch ohne die Kosten aus den Augen zu verlieren. Denn moderne Erdgas-Technologien ermöglichen dank ihrer Effizienz hohe CO₂-Einsparungen ohne großen Investitionsaufwand. Das hilft bezahlbare Mieten bei der energetischen Sanierung zu sichern. Dazu bietet ERDGAS als Partner der erneuerbaren Energien eine hohe Zukunftssicherheit. Mit anderen Worten: Klimaschutz und Sozialverträglichkeit müssen sich nicht ausschließen – mit ERDGAS.

Mehr Informationen finden Sie unter:

www.erdgas.info

ERDGAS 
Natürlich effizient