

 31.01.2019

## Was Spinnen an der Decke hält

Forschungsteam der Universität Kiel und des Helmholtz-Zentrums Geesthacht entschlüsseln Details der Haftstrukturen von Spinnenbeinen

Problemlos klettern Jagdspinnen an senkrechten Oberflächen oder bewegen sich über Kopf an der Decke. Den nötigen Halt geben ihnen rund eintausend winzige Hafthärchen am Ende ihrer Beine. Diese borstenartigen Haare, die sogenannten Setae, bestehen, wie der Spinnenpanzer, vor allem aus Proteinen und dem Vielfachzucker Chitin. Um mehr über ihre Feinstruktur herauszufinden, hat ein interdisziplinäres Forschungsteam aus Biologie und Physik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und des Helmholtz-Zentrums Geesthacht (HZG) den molekularen Aufbau dieser Härchen genauer untersucht. Mit hochenergetischem Röntgenlicht fanden sie heraus, dass die Chitin-Moleküle der Setae speziell angeordnet sind, damit sie den Belastungen beim ständigen Anhaften und Loslösen standhalten. Ihre Ergebnisse könnten die Grundlage für besonders belastbare zukünftige Materialien sein. Erschienen sind sie in der aktuellen Ausgabe der Zeitschrift *Journal of the Royal Society Interface*.

Beim Laufen und Klettern wirken große Kräfte auf die winzigen, nur wenige hundert Nanometer großen, Kontaktplättchen der Spinnenbeine. Diese Haftstrukturen halten der Beanspruchung mühelos stand. „Künstlich hergestellte Materialien gehen dagegen häufig kaputt“, stellt Professor Stanislav N. Gorb vom Zoologischen Institut der CAU fest. „Wir wollen deshalb herausfinden, warum Spinnenbeine so stabil sind.“ In seiner Arbeitsgruppe „Funktionelle Morphologie und Biomechanik“ untersucht der Zoologe biologische Mechanismen und wie sie künstlich nachgebildet werden könnten.

Gorb und sein Mitarbeiter, der Zoologe und Biomechaniker Dr. Clemens Schaber, vermuteten, das Geheimnis der stabilen Hafthärchen liege im molekularen Aufbau des Materials. Mit ihren Dimensionen im unteren Mikrometerbereich sind sie jedoch zu klein, um sie mit gängigen Methoden zu untersuchen.

### [Mit den besten Röntgenstrahlquellen weltweit untersucht](#)

Um ihre These zu überprüfen, arbeiteten die Kieler Wissenschaftler mit Martin Müller zusammen, Professor am Institut für Experimentelle und Angewandte Physik und Leiter des Bereichs Werkstoffphysik am HZG. Gemeinsam mit seinem Team und Doktorandin Silja Flenner untersuchten sie die Hafthärchen der Spinnenart *Cupiennius salei* mit Methoden der ortsaufgelösten Röntgenbeugung an der European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) in Grenoble, Frankreich, und am Deutschen Elektronen-Synchrotron (PETRA III bei DESY) in Hamburg. Diese Speicherringe gehören zu den besten und leistungsfähigsten Röntgenstrahlquellen weltweit. Dort beschloss das Forschungsteam das Spinnenmaterial mit Röntgenstrahlung. Je nachdem, wie diese Strahlung durch das Material gestreut wird, lassen sich nanometergenaue Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des Materials ziehen. „Wir fanden heraus, dass die Chitinmoleküle an der Spitze der winzigen Hafthaare der Spinne speziell angeordnet sind: Die parallel verlaufende Faserstruktur verstärkt die Hafthärchen“, fasst Müller die Untersuchungen zusammen.

„Außerdem ist bemerkenswert, dass die Chitin-Fasern in anderen Teilen der Spinnenbeine in unterschiedlichen Richtungen verlaufen, ähnlich wie bei Sperrholz. Diese Struktur macht das Spinnenbein in viele Richtungen belastbar“, erklärt Schaber, Erstautor der Studie. Die parallele Ausrichtung der Faser-Moleküle in den Hafthärchen hingegen folgt den Zug- und Druckkräften, die auf sie wirken. So fängt sie die Belastungen auf, die beim Anhaften und Ablösen der Spinnenbeine auftreten.

#### Bionik: Vorbild für neue belastbare Materialien

Ähnliche Hafthärchen finden sich unter anderem bei Geckos, einer Echsenfamilie. Das Forschungsteam vermutet dahinter deshalb ein zentrales, biologisches Prinzip, um auf verschiedenen Untergründen haften zu können. Für die Entwicklung neuer Materialien mit hoher Belastbarkeit könnte das wegweisend sein. Intelligente Molekülanordnung wie die in den Chitin-Fasern künstlich auf Nanoebene nachzubilden, ist allerdings eine Herausforderung für die Bionikforschung. „Die Natur verwendet andere Methoden: Ein biologisches Material und seine Struktur wachsen parallel, während das in der künstlichen Herstellung nacheinander ablaufende Schritte sind“, so Gorb. Neue Technologien der additiven Fertigung wie 3D-Druck auf der Nanoskala könnten eines Tages womöglich zur Entwicklung völlig neuartiger von der Natur inspirierter Materialien beitragen.

#### Originalpublikation:

Clemens F. Schaber, Silja Flenner, Anja Glisovic, Igor Krasnov, Martin Rosenthal, Hergen Stieglitz, Christina Krywka, Manfred Burghammer, Martin Müller, Stanislav N. Gorb, Hierarchical architecture of spider attachment setae reconstructed from scanning nanofocus X-ray diffraction data. J. R. Soc. Interface 20180692. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2018.0692>

#### Wissenschaftlicher Kontakt CAU:

Professor Stanislav N. Gorb  
Zoologisches Institut der Universität Kiel  
0431/880-4513  
[sgorb@zoologie.uni-kiel.de](mailto:sgorb@zoologie.uni-kiel.de)  
<http://www.uni-kiel.de/zoologie/gorb/topics.html>

Dr. Clemens Schaber  
+49 431 880-4509  
[cschaber@zoologie.uni-kiel.de](mailto:cschaber@zoologie.uni-kiel.de)

#### Wissenschaftlicher Kontakt HZG:

Prof. Dr. Martin Müller  
Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Leiter des Bereiches Werkstoffphysik (komm.)  
und Institut für Experimentelle und Angewandte Physik der Universität Kiel  
+49 (0)4152 87-1268  
[martin.mueller@hzg.de](mailto:martin.mueller@hzg.de)  
[https://www.hzg.de/institutes\\_platforms/materials\\_research/news/index.php.de](https://www.hzg.de/institutes_platforms/materials_research/news/index.php.de)  
<http://www.ieap.uni-kiel.de/solid/ag-mueller/index.php>

Pressekontakt:

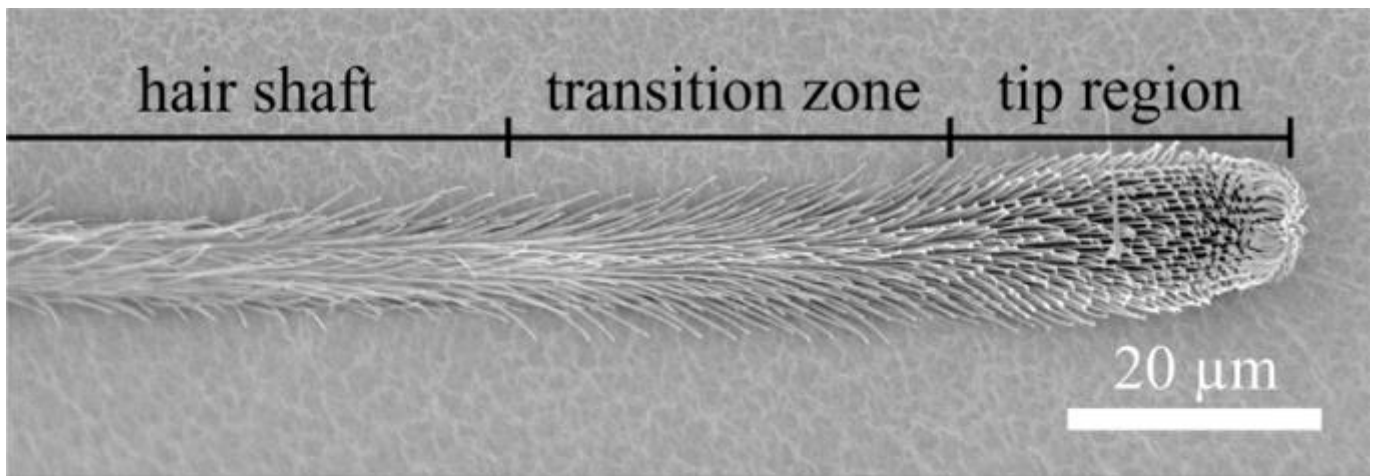
Julia Siekmann  
Wissenschaftskommunikation  
Forschungsschwerpunkt Kiel Nano, Surface and Interface Science  
Universität Kiel  
0431/880-4855  
[jsiekmann@uv.uni-kiel.de](mailto:jsiekmann@uv.uni-kiel.de)  
<http://www.kinsis.uni-kiel.de>



© Siekmann, Uni Kiel Um herauszufinden, warum sich die Jagdspinne *Cupiennius salei* so gut an senkrechten Oberflächen halten kann, untersucht das interdisziplinäre Forschungsteam die winzigen Hafthaare auf den Spinnenbeinen.



© Siekmann, Uni Kiel Jagdspinne *Cupiennius salei*



© Schaber et al. (2019) J. R. Soc. Interface Unter dem Mikroskop werden unterschiedliche Bereiche des Hafthärchens sichtbar.