

Abb. 1: *Nephila*
(Foto:
Daniel ISRAELSSON)



sehr mobil, denn sie lassen sich an langen Spinnenfäden mit dem Wind an neue Orte treiben, und andere Studien ergaben keine genetischen Unterschiede der Populationen. Erst Laborversuche offenbarten, daß diese Spinnen ihre Seide an das Beutespektrum anpassen können. Mit Fliegen gefütterte Spinnen verwendeten mehr Prolin- und Glutamin-, aber weniger Alanin-Bausteine als die mit Grillen gefütterten. Die veränderten Aminosäure-Verhältnisse ändern die molekulare Feinstruktur der Fäden. Fliegen müssen daran gehindert werden, das Netz mit hoher Geschwindigkeit zu durchbrechen, daher sind die Fäden besonders reißfest. Grillen reißen durch ihr Gewicht eher Löcher ins Netz, verstricken sich dann aber in mehr und mehr Fäden, entsprechend sind die Fäden besonders dehnbar. Der Auslöser für diese Umstellung in der chemischen Zusammensetzung der Fäden ist völlig offen.

[Tso I-M, Wu H-C & HWANG I-R (2005) Giant wood spider *Nephila pilipes* alters silk protein in response to prey variation. *J. Exp. Biol.* 208, 1053-1061.] NW

Bionik: Euplectella – der perfekt konstruierte Tiefseeschwamm

Wer hätte gedacht, daß ausgerechnet ein Lebewesen der Tiefsee Bauingenieuren und Werkstoffspezialisten Anschauungsunterricht in Sachen Statik, Tragwerksbau und Glasfasertechnik erteilt? Seit einigen Jahren werden Gießkannenschwämme der Gattung *Euplectella* (Abb. 1) von Wissenschaftlern der Bell-Laboratories in Murray Hill (New Jersey), der University of California in Santa Barbara und vom Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam eingehend untersucht. Der Grund dafür ist das außergewöhnliche Skelett von *Euplectella aspergillum*, ein Schwamm, der hauptsächlich im Westpazifik in Tiefen bis zu 5000 Metern lebt. Elsa REICHMANIS, Leiterin der Materialforschung bei den Bell-Labs bemerkt fasziniert: „Diese Schwämme sind perfekt

geformt und besitzen exakt die richtige Menge an Material für eine optimale Konstruktion.“ Entdeckt wurden zunächst haarfeine „Bio-Glasfasern“, die in drei hierarchischen Ebenen aufgebaut sind. So entsteht ein mit organischem Kleber verbundenes Mikrolaminat aus Silikat-Nanopartikeln, einer Lamellenstruktur und konzentrisch angeordneten Glasschichten von wenigen Mikrometern Dicke. Diese Fasern wurden als hervorragende, bruch-sichere Lichtleiter erkannt, die dazu beitrugen, die kommerzielle Herstellung von Glasfasern zu verbessern. Doch damit nicht genug! Weitere vier Ebenen strukturellen Aufbaus mit jeweils unterschiedlichen mechanischen Konstruktionsprinzipien ergeben einen nahezu unzerbrechlichen, mehrere Dezimeter langen Kolben in Form eines netzartigen Fachwerks. Das Besondere dabei ist der hierarchische Aufbau über insgesamt sieben Ebenen verschiedener Größenordnungen vom Nanometer bis zum Zentimeter! Dabei wird die Sprödigkeit des Silikatglases durch den Faseraufbau optimal kompensiert und die „Fachwerkkonstruktion“ sorgt mit ihren diagonalen Streben für ausreichende Versteifung gegenüber ansetzenden Scherkräften. Eine zusätzliche Spiralstruktur verhindert das Zusammendrücken der Gesamt-Konstruktion. Beeindruckende Bilder von den Details dieser Konstruktion bietet die Arbeit von AIZENBERG et al. (2005). Selbst wenn einige berühmte Bauwerke wie Eiffelturm, Swiss Re Tower in London u.a. bereits mehrere hierarchische Konstruktions-ebenen aufweisen, sind sie doch im Vergleich mit dem *Euplectella*-Skelett einfach.

Im Bereich der Bionik werden permanent neue, erstaunliche Konstruktionen bei Lebewesen entdeckt und ihre Bedeutung für die Technik erkannt. In diesem Fall zeigt selbst ein scheinbar simpler Schwamm, daß Ingenieure noch jede Menge dazulernen können. Wenn es gelingt, Werkstoffe und Tragwerke nach dem Bauprinzip des Tiefseeschwammes zu optimieren, ist zu erwarten, daß zukünftige Bauwerke mit zusätzlicher Material- und Energieersparnis erstellt werden können, ohne daß ihre Stabilität darunter leidet. Mit jeder dieser erstaunlichen Entdeckungen stellt sich die Frage nach dem Konstrukteur dieser Lebewesen mit größerer Dringlichkeit.

Eine Präsentation dieser Arbeit in Spiegel-online schließt mit der Feststellung: „Sein vielleicht wichtigstes Geheimnis hat der Tiefseeschwamm allerdings nicht preisgegeben: wie es einem doch recht primitiven Organismus gelingt, eine derart komplexe Konstruktion überhaupt zu erschaffen.“ Ein erster Schritt zur Bearbeitung solcher Fragen könnte darin bestehen, mit dem Adjektiv „primitiv“ sparsamer umzugehen.

[AIZENBERG J, WEAVER JC, THANAWALA MS, SUNDAR VC, MORSE DE & FRATZL P (2005) Skeleton of *Euplectella* sp.: Structural Hierarchy from the Nanoscale to the Macroscale. *Science* 309, 275-278; <http://www.spiegel.de/wissenschaft/erde/0,1518,druck-364617,00.html>] WB