

MATERIALWISSENSCHAFT

Gel gibt künstlichen Muskeln Kraft

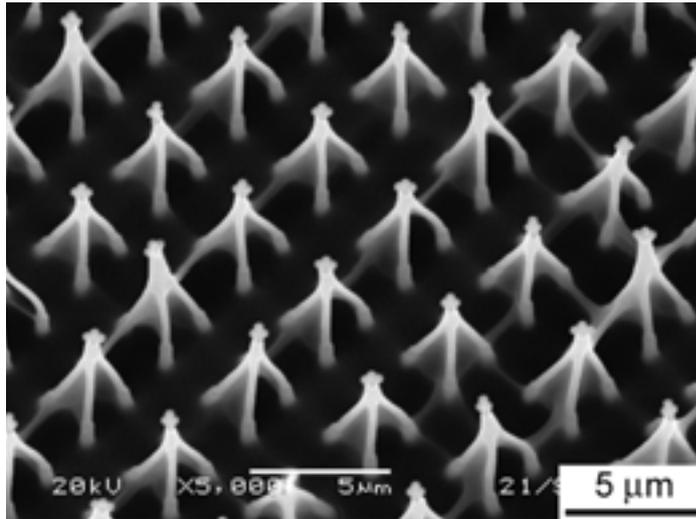
Für einen Sportler sind gallertartige Muskeln kein Grund zur Freude – für Materialwissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam und der amerikanischen Bell Laboratories schon: Sie haben aus einem Gel und Siliziumnadeln einen Werkstoff entwickelt, der wie ein Muskel arbeitet. Aus dem aktiven Material haben sie auch nanometergroße Greifarme konstruiert. Sie bedienen sich dabei eines einfachen, aber äußerst effektiven Prinzips der Natur. Sie nutzten nämlich die Fähigkeit von Gelen, Wasser aufzunehmen und abzugeben und dabei mechanische Arbeit zu verrichten – ganz so, wie es auch Pflanzen können. (SCIENCE, 26. Januar 2007)

Manche Blüten öffnen sich bei Tag scheinbar wie von selbst und schließen sich, sobald es wieder dunkel wird. Es scheint, als hätten sie Muskeln. Tatsächlich bewegen aber gelartige Substanzen die Blütenblätter, indem sie abhängig von der Luftfeuchtigkeit schwellen oder schrumpfen. In der Natur bedienen sich nicht nur Blüten dieses hydraulischen Mechanismus, sondern auch Tannenzapfen oder auch der fleischfressende Sonnentau.

Die Wissenschaftler nutzten diesen Mechanismus nun für neuartige Werkstoffe, genannt HAIRS (*hydrogel high-aspect-ratio rigid structures*) – Hybridssysteme aus nanometergroßen Siliziumnadeln und einem Hydrogel. „Das Besondere des Hybridwerkstoffs ist die Kombination steifer und unflexibler Körper, der Siliziumnadeln, mit elastischen und weichen Verbindungselementen, dem Gel“, sagt Peter Fratzl, Direktor am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung. Dadurch entsteht ein aktiver Werkstoff, also ein Stoff, der Arbeit verrichten kann. Je nach Luftfeuchtigkeit verändert das Gel nämlich seine Oberfläche – es schrumpft oder es schwillt an und verändert dadurch die Orientierung der Siliziumnadeln. Mit diesem einfachen Prinzip stellten die Wissenschaftler zwei unterschiedliche Werkstoffe her: HAIRS-1 und HAIRS-2.

Bei HAIRS-1 sind die Siliziumnadeln im Gel verteilt und parallel ausgerichtet. Schrumpft das Gel zusammen, zieht es an den Siliziumnadeln und

kippt sie zur Seite. Das Material verhält sich wie ein künstlicher Muskel. Bei HAIRS-1 sind die Siliziumnadeln nur in das Gel eingebettet, dagegen sind bei HAIRS-2 die Nadeln zusätzlich fest auf einer Siliziumoberfläche verankert. Mit folgender Auswirkung: „Im Gegensatz zu HAIRS-1 können die Siliziumnadeln bei HAIRS-2 nicht kippen, wenn das Gel schrumpft“, erklärt Fratzl. Bei HAIRS-2 müssen sich die Nadeln verbiegen – jeweils vier der benachbarten Nadeln biegen sich aufeinander zu und bilden einen vierarmigen Greifer.



Als hätten sie auf Kommando zugepackt, präsentieren sich die vierarmigen Greifer aus dem aktiven Hybridwerkstoff HAIRS-2. Die Wissenschaftler stellen sich vor, den neuen Werkstoff einzusetzen, um Bewegungen durch Veränderungen der Luftfeuchtigkeit anzutreiben.

Diese spezielle Anordnung ergibt sich, da beim Schrumpfen des Gels Kapillarkräfte auftreten. Das Gel verhält sich wie Wasser auf einer Oberfläche – es strebt danach, seine Oberflächenspannung zu verringern. Deshalb sitzt jeweils ein Geltröpfchen zwischen vier Nadeln, die sozusagen die Eckpfeiler bilden. Schrumpft das Gel nun, zieht es die Nadeln an den Ecken nach innen, es entsteht der vierarmige Greifer. Die Greifbewegung der Nadeln ist komplett reversibel – wird das Gel wieder feucht, dehnt es sich aus und die Nadeln bewegen sich in ihre aufrechte Position zurück.

Der neue Hybridwerkstoff ist der erste aktive Werkstoff, der nach dem Prinzip von Blütenblättern und Tannenzapfen arbeitet. Noch ehe Biologen es in Pflanzen fanden, hatte es der amerikanische Architekt und Ingenieur Buckminster Fuller entdeckt und danach Häuser konstruiert. „Wir haben uns von der Biologie zu diesem aktiven Werkstoff inspirieren lassen“, sagt Fratzl: „Er könnte für Mikroaktuatoren oder in der Mikrofluidik eine Anwendung finden.“



📧 Kontakt:
PROF. DR.

PETER FRATZL
Max-Planck-Institut
für Kolloid- und
Grenzflächen-
forschung, Potsdam
Tel.: +49 331
567-9401
Fax: +49 331
567-9402
E-Mail: Peter.Fratzl@
mpikg-golm.mpg.de