



Dipl.-Phys. Johann Erath an der Universität Bayreuth vor der Apparatur, die eine hochpräzise Analyse der Druckverteilung erlaubt.

Sensibel wie menschliche Haut: Polymer-Oberflächen mit hochpräziser Druckerkennung

Menschliche Haut ist nicht nur so empfindlich, dass man den sprichwörtlichen „Schmetterlingsflügelschlag“ wahrnehmen kann. Sie ermöglicht auch eine räumliche Wahrnehmung von Drücken und Druckunterschieden – eine Fähigkeit, die für den menschlichen Tastsinn entscheidend ist. Vor allem in dieser Hinsicht war die Haut als biologisches Vorbild künstlichen Sensoren bisher klar überlegen. Das könnte sich durch neuartige Sensormaterialien, die in Kooperation zwischen Forschern der Universitäten Bayreuth, Cambridge (England) und Nijmegen (Niederlande) entwickelt und untersucht wurden, bald ändern. Noch nie zuvor ist eine derart präzise laterale Auflösung bei Sensormaterialien erreicht worden.

Grundelement der Sensormaterialien ist eine Oberfläche, auf der Polymere so verankert sind, dass eine Schicht mit der Struktur einer „Bürste“ entsteht. In den Polymeren ist zusätzlich ein spezieller Farbstoff enthalten. Wird nun ein Druck auf die Schicht ausgeübt, so wird die Bürste komprimiert. Abhängig von der Stärke des ausgeübten Drucks, ändert der Farbstoff seine optischen Eigenschaften. Die Änderung dieser Eigenschaften – genauer gesagt; der Farbsignale – kann direkt mit einem Mikroskop gemessen und damit ausgelesen werden. Das Sensormaterial „übersetzt“ also verschieden starke Drücke in verschiedene Farbsignale. So entsteht im wahrsten Sinn des Wortes ein Abbild der Druckverteilung.

„Unser Ansatz ist insofern neu, als wir die Drucksensitivität direkt in den Materialeigenschaften verankert haben“, erklärt Prof. Dr. Andreas Fery vom Lehrstuhl Physikalische Chemie II der Universität Bayreuth. „Konventionelle Drucksensoren basieren auf mechanischen Bauteilen wie Membranen, deren Änderung nicht unmittelbar sichtbar ist, sondern durch komplexere Verfahren ausgelesen werden muss. Unser Material ist hingegen so gestaltet, dass es über seine Farbeigenschaften Bescheid gibt, welcher Druck auf ihm lastet oder wie stark an ihm gezogen wird“.

Das neue Konzept trägt Früchte: Die Sensitivität liegt im Bereich von Kilo-Pascal, ist also mit menschlicher Haut vergleichbar. Die laterale Auflösung, also die räumliche Wahrnehmung, ist sogar um bis zu 50mal genauer: Weltrekord. „Um die Grenzen der Sensitivität des Materials auszutesten, haben wir eine spezielle Apparatur eingesetzt, die es erlaubt, gezielt ultrakleine Kräfte auf Oberflächen auszuüben und gleichzeitig die optische Antwort auszulesen. Der Aufbau ist deutschlandweit einzigartig“, meint der Bayreuther Physiker Johann Erath, der sich im Rahmen seiner Doktorarbeit mit dem Thema beschäftigt. Mit theoretischen Überlegungen haben die Forscher gesetzmäßige Abhängigkeiten zwischen der Stärke des ausgeübten Drucks und der optischen Antwort des Materials herausarbeiten können.

Mit diesen Forschungsergebnissen eröffnen sich Perspektiven für eine Vielzahl neuartiger Beschichtungen und technologischer Anwendungen. In der Grundlagenforschung interessiert man sich dafür, wie beispielsweise Zellen mit anderen Oberflächen wechselwirken oder weshalb Geckos an den Wänden laufen können. Für das Verständnis beider Prozesse ist eine räumliche Auflösung der Druckverteilungen von zentraler Bedeutung.

Die Forschungsarbeiten wurden im Wissenschaftsmagazin „Angewandte Chemie International Edition“ veröffentlicht und im Journal „Nature Materials“ als Highlight vorgestellt. Die Förderung erfolgte durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft sowie durch die Alexander von Humboldt-Stiftung, die Prof. Dr. Wilhelm T. S. Huck von der Universität Nijmegen mit dem Friedrich Wilhelm Bessel-Preis einen Forschungsaufenthalt an der Universität Bayreuth ermöglichte.

Veröffentlichung:

Johanna Bünsow, Johann Erath, P. Maarten Biesheuvel, Andreas Fery,
and Wilhelm T. S. Huck,

Direct Correlation between Local Pressure and Fluorescence Output in Mechano-
responsive Polyelectrolyte Brushes,

in: Angewandte Chemie International Edition 2011, 50, pp. 9629 - 9632

Die Veröffentlichung wurde kürzlich von Nature Materials, der international führenden
Fachzeitschrift für Materialentwicklung, als Highlight vorgestellt:

Nature Materials 2011, 10, p. 724

DOI-Bookmark: 10.1002/ange.201102560

Ansprechpartner für weitere Informationen:

Prof. Dr. Andreas Fery

Physikalische Chemie II

Universität Bayreuth

D-95440 Bayreuth

Telefon: +49 (0)921 55-2753

E-Mail: andreas.fery@uni-bayreuth.de

Dipl.-Phys. Johann Erath

Physikalische Chemie II

Universität Bayreuth

D-95440 Bayreuth

Telefon: +49 (0)921 55-3912

E-Mail: johann.erath@uni-bayreuth.de

Text und Redaktion: Christian Wißler und Johann Erath

Foto: Christian Wißler; zur Veröffentlichung frei

In hoher Auflösung zum Download:

www.uni-bayreuth.de/blick-in-die-forschung/39-2011-Bilder/