

Pressedienst Wissenschaft

2. Dezember 2011

Neuartige Nano-Kohlenstoff-Plattform für bioelektronische Implantate:

Biokompatible Graphen-Transistoren lesen zelluläre Signale

In Zukunft sollen kleinste Implantate zerstörte Sinneszellen ersetzen und Menschen Sehen, Hören oder das Bewegen von Armen und Beinen ermöglichen. Doch weil die bisher verwendete Silizium-Technologie in biologischer Umgebung erhebliche Probleme aufwirft, sucht die Wissenschaft nach besseren Materialien. Forscher der Technischen Universität München (TUM) und des Forschungszentrums Jülich haben nun gezeigt, dass auf Basis des biologisch gut verträglichen Graphens solche Schnittstellen zwischen lebenden Zellen und Mikroelektronik aufzubauen sind. Über ihre Ergebnisse berichtet das Fachmagazin „Advanced Materials“.

Seit vielen Jahren entwickelt die Medizintechnik Implantate, die zerstörte Sinneszellen ersetzen und beispielsweise tauben Patienten das Hören wieder ermöglichen sollen. Doch bisher sind die Implantate um ein Vielfaches größer als die Nervenzellen, mit denen sie kommunizieren sollen. Die Silizium-basierte Mikroelektronik passt weder zur Flexibilität biologischer Zellen noch zu deren wässriger Umgebung. Die Wissenschaft sucht daher nach neuen, besser geeigneten Materialien.

Als eine besser geeignete Alternative könnte sich Graphen erweisen. Es besteht im Wesentlichen aus einem zweidimensionalen Netzwerk von Kohlenstoffatomen, bietet hervorragende elektronische Eigenschaften, ist chemisch stabil und biologisch inert. Es kann leicht zu flexiblen Folien verarbeitet werden und sollte sich in größeren Mengen kostengünstig herstellen lassen. Die Ergebnisse der Forschungsgruppe um Jose A. Garrido, Wissenschaftler am Walter Schottky Institut der TU München, bestätigen nun die hervorragende Eignung von Graphen und ebnen den Weg zu weiteren Untersuchungen der Einsatzmöglichkeiten dieses Materials für bioelektronische Anwendungen.

Ausgangspunkt für die im Fachmagazin „Advanced Materials“ beschriebenen Arbeiten war ein Aufbau mit 16 Feldeffekttransistoren, bei denen das Graphen-Netz in direktem Kontakt zu den biologischen Zellen und der sie umgebenden wässrigen Lösung steht (graphene solution-gate-field-effect transistors, G-SGFET). Die Graphen-Netze sowie die Elektronik wurde mit in der Halbleitertechnologie üblichen Verfahren hergestellt. „Der Sensormechanismus dieser

Name	Funktion	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22778	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	battenberg@zv.tum.de

Geräte ist relativ einfach“, sagt Jose Garrido. „Änderungen der elektrischen und chemischen Umgebung in der Nähe des Gate-Bereichs des Transistors verändern den Transistorstrom, und den können wir messen.“

Zu Anfang ihrer Versuche ließen die Forscher eine Schicht Herzmuskelzellen über die Transistoren wachsen. Mit ihren Graphen-Transistoren konnten sie anschließend die Aktionspotenziale der einzelnen Zellen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung messen. Die für Herzmuskelzellen typische Ausbreitung der Aktionspotenziale über die Schicht, den Herzschlag, konnten sie elektronisch verfolgen. Als sie der Nährlösung das Stresshormon Noradrenalin beigaben, reagierten die Herzzellen mit erhöhter Schlagfrequenz. Vergleichsmessungen mit Silizium-basierten Elektronikbausteinen zeigten, das die Graphen-Transistoren ein deutlich geringeres Grundrauschen besitzen.

„Ein großer Teil unserer laufenden Forschung ist nun auf die weitere Verringerung des Eigenrauschens der Graphen-Sensoren ausgerichtet“, sagt Jose Garrido, „und auf die Übertragung dieser Technologie auf flexible Substrate wie Parylen und Kapton, die beide bereits in Implantaten verwendet werden. Außerdem arbeiten wir daran, auch die räumliche Auflösung der Sensoren zu verbessern.“ Parallel dazu untersuchen die Wissenschaftler in Kooperation mit dem in Paris ansässigen Vision-Institute die Biokompatibilität von Graphen-Schichten mit Kulturen von Seh-Nervenzellen. In einem breit angelegten europäischen Projekt namens NEUROCARE erforschen sie die Anwendungsmöglichkeiten für Gehirn-Implantate.

Diese Forschung wird unterstützt aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Graphen“ (SPP 1459), der International Helmholtz Research School BIOSOFT, der Bayerischen Graduate School Complint, des TUM Institute for Advanced Study und des Exzellenzclusters Nanosystems Initiative Munich (NIM).

Originalpublikation:

Graphene Transistor Arrays for Recording Action Potentials from Electrogenic Cells; Lucas H. Hess, Michael Jansen, Vanessa Maybeck, Moritz V. Hauf, Max Seifert, Martin Stutzmann, Ian D. Sharp, Andreas Offenhaeusser and Jose A. Garrido. *Advanced Materials* 2011, 23, 5045-5049. DOI: 10.1002/adma.201102990. Link: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201102990/supinfo>

Kontakt:

Dr. J. A. Garrido
Walter Schottky Institute
Technische Universität München
Am Coulombwall 4
85748 Garching, Germany
Tel: +49 89 289 12766
E-mail: garrido@wsi.tum.de
Home page: <http://www.wsi.tum.de>

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 460 Professorinnen und Professoren, 9.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und 31.500 Studierenden eine der führenden technischen Universitäten Europas. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. Das weltweite Netzwerk der TUM umfasst auch eine Dependence mit einem Forschungscampus in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet. Internet: www.tum.de

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de

Name	Funktion	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22778	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	battenberg@zv.tum.de