

PRESSEMITTEILUNG

Die Anziehungskraft des Goldes

Elektrische Spannung reguliert die Bindung von DNA

Zwei Wege führen in die Welt der winzigen Nanostrukturen: entweder zerteilen Wissenschaftler größere Verbindungen oder sie bauen die Gebilde aus kleinsten Bausteinen neu auf. Dazu müssen sie die einzelnen Elemente jedoch greifen und vor allem auf den Nanometer genau wieder ablegen können. Biophysiker der Ludwig-Maximilians-Universität München haben nun eine Methode entwickelt, mit der sie einzelne DNA-Moleküle auf einer Goldelektrode exakt positionieren können, ohne dass sie die DNA oder die Goldoberfläche aufwendig vorbehandeln müssen. Die Wissenschaftler um Hermann Gaub, Professor für Biophysik und Mitglied des Exzellenzclusters Nanosystems Initiative Munich (NIM), nutzen dazu die Elektrochemie. Über die Spannung, die an der Goldelektrode anliegt, können die Forscher per Knopfdruck entscheiden, ob die DNA mit den Goldatomen eine chemische Bindung eingeht oder nicht: bei negativer Spannung bindet das Molekül, bei positiver Spannung bindet es nicht.

Für ihre Versuche nehmen die Biophysiker mit der Spitze eines Rasterkraftmikroskopes (AFM) kurze doppelsträngige DNA-Moleküle auf und berühren damit an der gewünschten Stelle die Goldelektrode. Vorsichtig wird anschließend die Spitze wieder von deren Oberfläche abgehoben. Um zu sehen, wie stark die Bindung zwischen DNA und Gold ist, messen die Wissenschaftler, wie viel Kraft notwendig ist, um das Molekül abzulösen. Diese Kräfte sind mit weniger als einem Nano-Newton ($nN=10^{-9}$ Newton) äußerst klein und nur mit Hilfe des AFM nachweisbar. So ist beispielsweise die Haftkraft eines Spinnenbeines an einer Wand Bionik-Forschern zufolge rund 3 Millionen Mal höher.

Bei ihren Experimenten stellten die Münchner Nanotechnologen fest, dass das von Natur aus negativ geladene DNA-Molekül erstaunlicherweise an eine ebenfalls negativ geladene Elektrode bindet. Von einer positiv geladenen Elektrode wird es jedoch abgestoßen. Die Erklärung liefern die Magnesium-Ionen, die in der Versuchslösung enthalten sind. Sie erleichtern durch ihre zweifach positive Ladung als eine Art Vermittler der DNA den Zugang zur Elektrode. Zudem können die DNA-Moleküle nur an reduzierte Goldatome binden, wozu ebenfalls eine negative Spannung anliegen muss. Um den Bindemechanismus aufzuklären, setzten die Wissenschaftler statt eines DNA-Stückes nur die einzelnen Nukleotide Thymidin und Adenosin ein, beides Bausteine des Erbmoleküls. Thymidin besitzt als einziges Nukleotid keine primäre Amin-Gruppe ($-NH_2$). Und während Adenosin fest am Gold haften blieb, konnte Thymidin ohne Kraftaufwand wieder von der Oberfläche abgehoben werden. Diese und andere Beobachtungen beweisen, dass die Nukleotide mit ihrer primären Aminogruppe an die Goldatome binden.

Welche Auswirkungen die neue Methode in der Nanotechnologie haben könnte, zeigt die korrespondierende Autorin der Arbeit, Dr. Ann Fornof: „Die Möglichkeit einzelne DNA-

Stücke extern kontrollierbar auf eine Oberfläche zu binden, liefert ein neues Werkzeug um gezielt Nanostrukturen aufzubauen oder DNA zu immobilisieren. Es ist gut vorstellbar, dass diese elektrisch kontrollierte Adhäsion für eine Reihe von Anwendungen nützlich sein wird: vom Einsatz in Biosensoren bis zur Positionierung von größeren Konstrukten wie DNA-Origami.“

Publikation:

Electrically induced bonding of DNA to gold; Matthias Erdmann, Ralf David, Ann R. Fornof und Hermann E. Gaub; Nature Chemistry; published online: July 5, 2010.

DOI: 10.1038/NCHEM.722

Ansprechpartner:

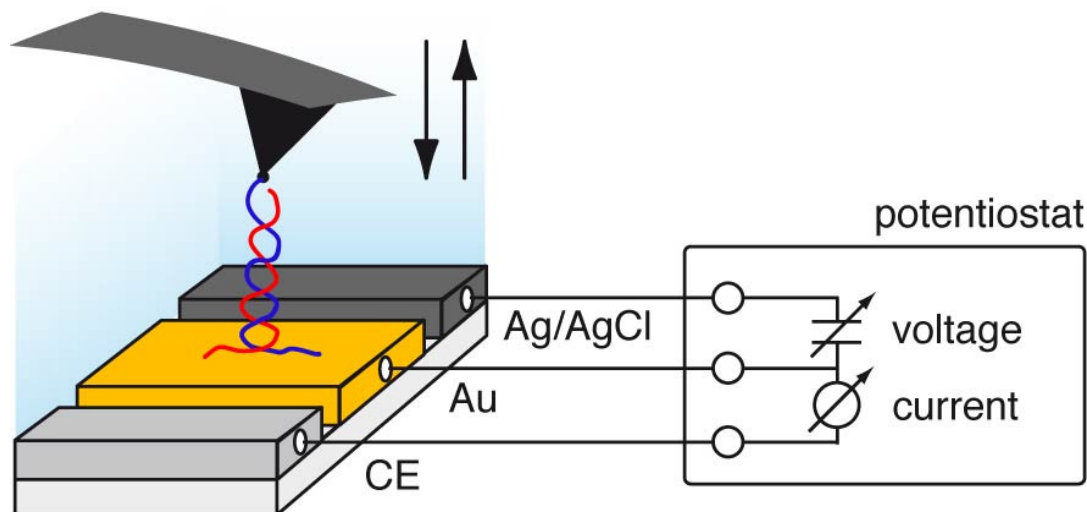
Prof. Hermann Gaub

Amalienstraße 54

80799 München

Telefon: 089/2180-3172

Mail: gaub@physik.uni-muenchen.de



Mit Hilfe eines Rasterkraftmikroskopes werden kurze DNA-Moleküle elektrochemisch kontrolliert auf einer Goldelektrode abgelegt. © Nature Chemistry, DOI: 10.1038/NCHEM.722