

Die kleinsten Eheringe der Welt

Zwei ineinandergreifende Ringe aus DNA sind nur im Rasterkraftmikroskop sichtbar

Künstliche Strukturen aus DNA zu bauen, ist das Ziel der DNA-Nanotechnologie. Mithilfe dieser neuen Disziplin hat die Gruppe von Prof. Alexander Heckel zwei ineinandergreifende Ringe aus DNA synthetisiert, die nur 18 Nanometer Durchmesser haben.

Um Strukturen von wenigen Nanometern (Milliardstel Metern) konstruieren zu können, macht die DNA-Nanotechnologie sich die Selbstorganisationsfähigkeit der natürlichen DNA-Stränge zunutze. So hat man mittlerweile 10 Nanometer große Smileys oder kleine Kisten aus

Fortschritt in der DNA-Nanotechnologie, denn die beiden Ringe des Catenans sind im Gegensatz zu der Mehrzahl der bereits realisierten DNA-Nanoarchitekturen keine starren Gebilde, sondern – abhängig von den Umgebungsbedingungen – freidrehbar. Dadurch eignen sie sich

Wissenschaftler Paarungsregeln der vier DNA-Nukleobasen Adenin (A), Thymin (T), Cytosin (C) und Guanin (G) zunutze, nach denen auch zwei natürliche DNA-Stränge zusammenfinden (allerdings ist bei den DNA-Nanoarchitekturen die Basenabfolge ohne biologische Bedeutung). Ein A auf einem Strang paart mit T auf dem Gegenstrang, und C ist komplementär zu G. Die Kunst besteht darin, die Sequenzen der beteiligten DNA-Stränge so zu entwerfen, dass sich die gewünschte Struktur ohne direktes Eingreifen des Experimentators von selbst aufbaut. Sind nur bestimmte Abschnitte der verwendeten Stränge zueinander komplementär, kann man Verzweigungen und Kreuzungen bauen.

Wie Schmidt und Heckel in der Fachzeitschrift »Nano Letters« berichten, stellten sie für die Catenane zunächst zwei C-förmige DNA-Fragmente her. Mithilfe spezieller Moleküle, die wie sequenzspezifischer Kleber für die Doppelhelix wirken, ordneten sie die »Cs« so an, dass sie zwei Kreuzungsstellen bildeten, wobei die offenen Enden der »Cs« voneinander wegzeigten. Durch die Zugabe von zwei Strängen, welche mit den noch offenen Enden der beiden Ringfragmente schließen, entstand das fertige Catenan. Thorsten Schmidt hat die Veröffentlichung

Die kleinsten Eheringe der Welt bestehen aus zwei verschränkten DNA-Ringen und sind so klein, dass man sie nur im Rasterkraftmikroskop sehen kann.

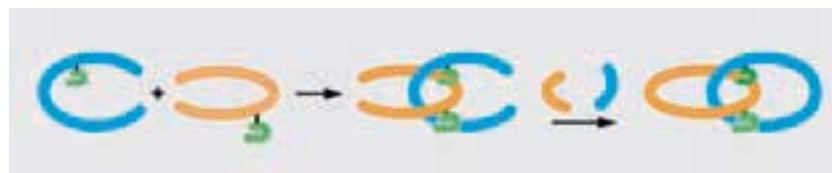


DNA in einem Tropfen Wasser aufgebaut. Prof. Alexander Heckel und sein Doktorand Thorsten Schmidt vom »Exzellenzcluster Makromolekulare Komplexe« konstruierten auf diese Weise unlängst ein Catenan. Die Bezeichnung leitet sich vom lateinischen Wort für Kette (catena) ab. Für Schmidt, der während seiner Arbeit an den Nano-Ringen geheiratet hat, sind es die wahrscheinlich kleinsten Eheringe der Welt.

Da sie viel kleiner sind als die Wellenlänge des sichtbaren Lichts, kann man die Ringe mit einem herkömmlichen Mikroskop nicht sehen. »Man müsste etwa 4000 solcher Ringe aneinanderreihen, um auch nur den Durchmesser eines menschlichen Haares zu erreichen«, erklärt Thorsten Schmidt. Daher bildete er die Catenane mit einem Rasterkraftmikroskop ab, welches die auf eine Oberfläche aufgebrachten Ringe mit einer extrem feinen Spitze abtastet.

Wissenschaftlich gesehen markiert die Struktur einen wichtigen

als Komponenten von molekularen Maschinen oder eines molekularen Motors. »Bis künstliche Strukturen aus DNA wie das Catenan in Alltagsgütern zur Anwendung kom-



So baut man zwei DNA-Stränge zu einem Catenan zusammen.

men, ist es noch ein weiter Weg«, urteilt Prof. Alexander Heckel. »Aber Strukturen aus DNA könnten in naher Zukunft dazu dienen, Proteine oder andere Moleküle, die zu klein sind für eine direkte Manipulation, durch Selbstorganisation zuzuordnen und zu studieren.« Damit könnten DNA-Nanoarchitekturen zu vielseitig einsetzbaren Werkzeugen für die schwer zugängliche Nanometerwelt werden.

Bei der Herstellung von DNA-Nanoarchitekturen machen sich die

lichung seiner Frau Dr. Diana Gonçalves Schmidt gewidmet, die diese Leistung auch wissenschaftlich zu schätzen weiß: Sie arbeitete ebenfalls in der Arbeitsgruppe von Alexander Heckel. ♦

Dr. Anne Hardy

Literatur

Thorsten L. Schmidt, Alexander Heckel: *Construction of a Structurally Defined Double-Stranded DNA Catenane*, Nano Lett., 2011, 11 (4), Seite 1739–1742, <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl200303m>.