



Forscher entwickeln erstmals dreifach verdrittes Molekül

Forscher entwickeln erstmals dreifach verdrittes Molekül Bereits im Jahr 1858 beschrieben die Mathematiker Johann Benedict Listing und August Ferdinand Möbius unabhängig voneinander zum ersten Mal eine Struktur, die man sich als ein in sich verdrittes Band mit nur einer Seite und einer Kante vorstellen kann. Seither hat das nach Möbius benannte, nicht orientierbare Band Architekten sowie Künstler inspiriert. Jede und Jeder kann es sich schnell selbst basteln. Dazu muss lediglich ein Papierstreifen entlang der Längsachse um 180 Grad gedreht und an den Enden zusammengeklebt werden. Schon an diesem einfachen Modell kann man die verwirrenden Eigenschaften der Möbius-Topologie ausprobieren. Wenn man das Band längs durchschneidet, erhält man nicht wie bei einem normalen Band erwartet zwei schmale Bänder, sondern ein einziges mit dem doppelten Durchmesser, welches nun viermal in sich verdrit ist. In den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts begannen sich auch Chemiker für diese spezielle Topologie zu interessieren, da theoretische Berechnungen ungewöhnliche Eigenschaften voraus gesagt hatten, die eines der wichtigsten Gesetze in der Chemie in Bezug auf die Stabilität von Molekülen verletzen. Es dauerte aber fast 50 Jahre bis es einer Arbeitsgruppe gelang, ein stabiles einfach verdrittes Molekül herzustellen und die Vorhersagen zu bestätigen. Auch hier waren es der Kieler Forscher Rainer Herges und sein Mitarbeiter Dariush Ajami, denen das Kunststück gelang. Schwierig war es deshalb, weil sich Moleküle normalerweise ähnlich wie ein Band aus Pappkarton oder Stahlband einer Verdritung widersetzen und sich sofort wieder "entdrillen", wenn man sie an einem Ende "los lässt". Die Forscher bauten ihr Molekül daher aus zwei Teilen zusammen: einem normalen, bandförmigen Baustein und einer vorgeformten, gürtelförmigen Komponente. Bei der Verschmelzung dieser beiden Komponenten entsteht ein verdritter Ring, da ein unverdritter chemisch weniger stabil wäre. Bei ihrem aktuellen Experiment konnten Herges und sein Team jedoch nicht auf die bewährte Methode zurückgreifen, da zu viel Spannung bei einer dreifachen Verdritung ein stabiles Molekül verhindert hätte. Die Lösung des Problems lag in einer Alltagsbeobachtung: Um Spannung abzubauen, winden sich verdrehte Bänder um sich selbst. Bestes Beispiel dafür sind verdritte Telefonkabel oder Gartenschläuche. "Die Zutaten für unser dreifach verdrittes Möbius-Molekül sind drei spiralförmige Bausteine. Ähnlich Aussehendes finden wir in unserer DNA-Helix", erklärt Rainer Herges. Diese helixförmigen Moleküle sind, anders als verdritte Bausteine, stabil. Doch zu einem Möbius-Molekül verbinden ließen sich die gewundenen Einheiten nicht so einfach, denn sie sind chiral. Das bedeutet, dass sich das Bild und das Spiegelbild der Moleküle nicht zur Deckung bringen lassen, sich ihr Drehsinn also unterscheidet. Folglich gibt es viele Möglichkeiten, wie sich die Bausteine verbinden lassen. Die Forschenden mussten also zuerst die richtige Kombination herausfinden, um das gewünschte Molekül aus den drei Bauelementen zusammensetzen zu können. Das gelang schließlich. "Mit unserer Strategie ist es letztlich sogar einfacher, dreifach oder sogar noch stärker verdritte Molekülsysteme zu bauen als einfach verdritte", resümiert Herges. Die Kieler Möbius-Moleküle haben ungewöhnliche elektronische und optische Eigenschaften. Sie könnten in der Zukunft ganz praktische Anwendung finden: zum Beispiel als Speichereinheit in Quantencomputern. Solche Quanten-Bits würden die bisherigen Informationen statt als 0 und 1 als topologische Zustände "unverdrit" und "verdrit" darstellen. Denn aufgrund ihrer quantenmechanischen Eigenschaften fließt ein angelegter Strom in Möbius-Molekülen umgekehrt zu normalen Ringen herum. Originalpublikation: Gaston R. Schaller, Filip Topic, Kari Rissanen, Yoshio Okamoto, Jun Shen and Rainer Herges. Design and synthesis of the first triply twisted Möbius annulene. Nature Chemistry; DOI: 10.1038/nchem.1955 (Advance Online Publication)
Abbildungen stehen zum Download zur Verfügung: <http://www.uni-kiel.de/download/pm/2014/2014-151-1.jpg>
Bildunterschrift: Künstlerische Darstellung des dreifach verdritten Kieler Möbius-Moleküls als Treppenkonstrukt
Abbildung/Copyright: Herges
http://www.uni-kiel.de/download/pm/2014/2014-151-2.jpg
Bildunterschrift: Grafische Darstellung des Möbius-Moleküls
Abbildung/Copyright: Herges/Nature Chemistry
http://www.uni-kiel.de/download/pm/2014/2014-151-3.jpg
Bildunterschrift: Der Kieler Professor Rainer Herges entwickelte zusammen mit einem Team ein dreifach in sich verdrehtes Molekül.
Foto/Copyright:
Kontakt/Prof. Dr. Rainer Herges
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Otto Diels-Institut für Organische Chemie
Tel.: 0431/880-2440
E-Mail: rherges@oc.uni-kiel.de


Pressekontakt

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

24118 Kiel

rherges@oc.uni-kiel.de

Firmenkontakt

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

24118 Kiel

rherges@oc.uni-kiel.de

Die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) ist die einzige Volluniversität und das wissenschaftliche Zentrum von Schleswig-Holstein. Hier studieren mehr als 24.000 junge Menschen, hier lehren und forschen rund 2.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Von den Agrarwissenschaften bis zur Zahnmedizin bildet sie in derzeit 185 Studiengängen und zirka 80 verschiedenen Fächern aus. Zu den vier Gründungsfakultäten Theologie, Recht, Medizin und Philosophie kamen seit 1665 vier weitere hinzu: Natur- und Geisteswissenschaften, Wirtschaft, Agrar- und Ernährungswissenschaft sowie Technik. Während ihrer langen Geschichte ist die Christian-Albrechts-Universität eng mit der Stadt Kiel verwachsen. Gemeinsam mit dem Klinikum ist sie heute die größte Arbeitgeberin der Region. Sie versteht sich als moderne Volluniversität verbundener Wissenschaftskulturen.