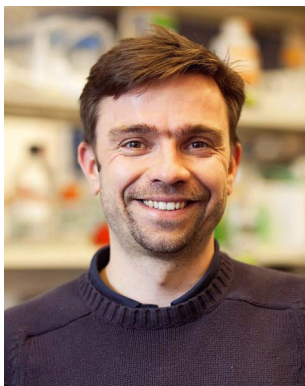


Clever eingefädelt

Keiner spricht mehr darüber: Catenan-Moleküle



**bild der
wissenschaft
50 JAHRE**

In der dritten Ausgabe des Jahrgangs 1964 berichtete bild der wissenschaft von ineinander gehängten Ringmolekülen – damals eine chemische Spielerei. Heute synthetisiert Thorsten Schmidt (links) von der TU Dresden DNA-Catenane (unten), die als Bauelemente in elektronischen Schaltkreisen der Zukunft dienen könnten.

In den 1960er-Jahren gelang es Chemikern erstmals, im Labor Catenane herzustellen: Ketten aus mehreren ineinander gehängten Ringmolekülen (bild der wissenschaft 3/1964, „Moleküle mit Gliederketten“). Dabei konstruierten sie jeweils zwei Kettenelemente, indem sie ein Fadenmolekül durch ein Ringmolekül hindurchführten und anschließend zu einem Ring zusammenschlossen. Das Besondere an den Catenanen ist, dass die Ringe rein mechanisch miteinander verbunden sind, nicht durch chemische Bindungen.

Sowohl die ersten einfachen Catenane als auch komplexere Gebilde wie die sogenannten Olympiadane – fünf miteinander verschränkte Ringe – wurden im Rahmen von Machbarkeitsstudien erzeugt: Wissenschaftler wollten herausfinden, ob solche Strukturen überhaupt herstellbar sind. Es war lediglich chemische L'art pour l'art – freilich vom Feinsten. Doch heute erscheinen technische Anwendungen der Catenane möglich, vor allem in der Molekularelektronik: Die Ringe könnten Bauelemente winziger Maschinen oder Computer werden.

„Die Ringe in einem zweigliedrigen Catenan sind imstande, sich relativ frei gegeneinander zu verdrehen, ohne dass sie dabei auseinanderfallen“, erklärt Stephen

Goldup von der Universität Southampton. So sei es möglich, Ketten zu synthetisieren, in denen sich einer der beiden Ringe zwischen zwei Grenzpositionen hin- und herdrehen lässt. „Dieses Verhalten, das dem eines Schalters ähnelt, kommt für potenzielle Anwendungen in Betracht“, sagt der britische Forscher.

„Mit Catenanen wären sehr hohe Speicherdichten möglich“, bekräftigt der Chemiker Thorsten Schmidt von der TU Dresden. Die Nullen und Einsen eines elektronischen Speichermediums wären durch die Position der Ringe zueinander kodiert. Schmidt hat derartige Schalt-Catenane erschaffen, die nur 18 Nanometer (milliardstel Meter) messen und aus DNA bestehen, dem Trägermolekül der Erbinformation. „Die DNA-Stränge, die ich verwendet habe, sind komplett künstlich, ohne biologische Funktion“, verdeutlicht Schmidt.

Eine weitere Möglichkeit, Catenane zu nutzen, veröffentlichten amerikanische Wissenschaftler 2013 im renommierten Fachmagazin „Science“. Den Chemikern um Jonathan Barnes von der Northwestern University ist es gelungen, zwei Molekülringe miteinander zu verketteten. Beide Ringe sind vierfach positiv geladen und sollten einander daher bei zu großer Annäherung abstoßen. Sobald sie miteinander zu einem

Catenan verbunden sind, tun sie das auch – allerdings ist die mechanische Bindung der Kette stärker als die elektrische Abstoßungskraft, dieses Catenan bleibt stabil.

Das Reizvolle an dieser Struktur: Die Forscher können dem zweigliedrigen Kettenmolekül die fehlenden negativen Ladungen in Form von Elektronen zuführen und danach wieder wegnehmen. Was sie geschaffen haben, ist also ein höchst effizienter Elektronenspeicher – letztlich eine winzige Batterie.

Bis Catenane jedoch tatsächlich als molekulare Bauelemente in elektronischen Schaltkreisen von morgen Verwendung finden werden, ist es noch ein weiter Weg. Das räumt auch Thorsten Schmidt ein und nennt die Hauptprobleme aus seiner Sicht: „Wie kann man die Informationen auf die Catenane schreiben und wie kann man sie auslesen? Wie stabil ist das Ganze? Anwendungen mit solchen Molekülen werden noch eine ganze Weile auf sich warten lassen.“

Franziska Konitzer

