

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: - (2005)
Heft: 66

Artikel: Baumeister im Reich der Moleküle
Autor: Roth, Patrick
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-968452>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Baumeister im Reich der Moleküle

VON PATRICK ROTH

Mit Hilfe sich selbst organisierender molekularer Bausteine ist es Stefan Matile und seinem Team vom Departement für Organische Chemie der Universität Genf gelungen, künstliche Poren zu bauen, die als universelle Detektoren chemischer Reaktionen dienen können.

Is es zuckerhaltiges Coke oder Coke light? Von Auge sehen die beiden Getränke im Glas identisch aus. Auch geschmacklich sind die Durststiller kaum voneinander zu unterscheiden. Ein den Flüssigkeiten beigefügter, chemischer Zuckersensor und Ultraviolettlicht offenbaren jedoch den Unterschied. Zuckerhaltiges Coke leuchtet grün auf, während das mit künstlichem Süsstoff versetzte Light-Getränk dunkel bleibt.

Im von Stefan Matile geleiteten Labor der Abteilung für Organische Chemie der Universität Genf ist es gelungen, mit Hilfe der Techniken der supramolekularen Chemie zellartige Strukturen zu kreieren, deren hochspezialisierte Poren von bestimmten Substanzen blockiert werden. Die Poren

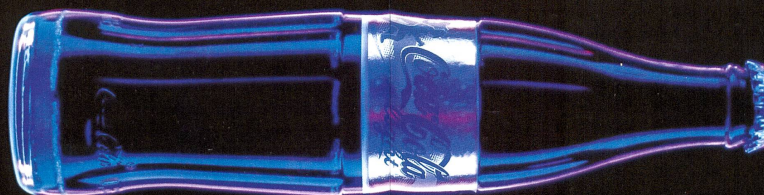


öffnen sich erst, wenn die chemische Blockade durch eine Reaktion – z.B. mit Zucker – beseitigt wird. Dann tritt eine in den «Zellen» eingeschlossene, unter UV-Licht fluoreszierende Substanz aus, was von Auge erkennbar ist.

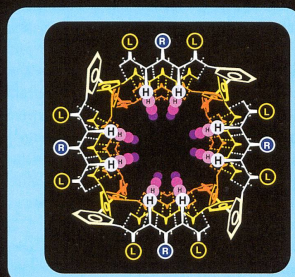
«Natürlich ging es bei der Entwicklung des Zuckersensors nicht primär um die Bestimmung von Süsstoffen in Softdrinks», räumt Stefan Matile ein. Das im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes 47 erfolgreich durchgeführte Experiment zeigt aber das enorme Potential molekularer Sensoren für die Diagnostik. Aufwändige Analysen werden mit Hilfe der supramolekularen Chemie stark vereinfacht. Die wandelbaren Poren aus dem Labor könnten in naher Zukunft als universelle Analyse-Werkzeuge in der Medizin und als chemische Sensoren zum Einsatz kommen.

Sich selbst organisierende Bausteine

Die supramolekulare Chemie, deren Begründer Donald Cram, Charles Pedersen und Jean-Marie Lehn 1987 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurden, beschäftigt sich mit dem gezielten Bau sich selbst organisierender und reparierender Strukturen aus molekularen Bausteinen. «Ein Molekül ist ein stabiler Verbund von Atomen», erklärt Stefan



Cola light oder gezuckert? Mit Techniken der supramolekularen Chemie lässt sich der Unterschied sichtbar machen. Gelangt Zucker an die Poren von künstlich kreierten Zellen im Cola, öffnen sie sich und lassen die in ihnen eingeschlossene fluoreszierende Flüssigkeit frei (Bild oben). Bild Studio25



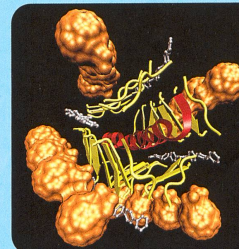
Obenansicht eines Supramoleküls aus Peptiden. Schwarz im Zentrum: die Pore
Bild: Stefan Matile/Uni Genf

Matile. Ein Supramolekül ist dagegen ein stabiler Verbund von Molekülen. Als Analogie kann die Sprache herangezogen werden, deren Wörter (Moleküle) aus Buchstaben (Atomen) bestehen. Wenn aus Wörtern Sätze (Supramoleküle) geformt werden, entstehen neue Aussagen bzw. Funktionen der Supramoleküle. Chemiker sprechen daher auch von «Funktionsmolekülen». Einige der bisher entwickelten Nanomaschinen agieren wie molekulare Pinzetten. Andere sammeln Licht oder docken an präzise definierten Stellen lebender Zellen an. Wiederum andere Funktionsmoleküle sind in der Lage, sich selbst zu vervielfältigen. Ihre Verwandtschaft zur Biochemie des Lebens ist offensichtlich. Die Selbstorganisation von Molekülen ist in der Natur eine Selbstverständlichkeit. Proteine, die Erbsubstanz DNA, aber auch Viren und Zellen verdanken diesem Prinzip ihre Struktur.

Gefragt ist Kreativität

«Was die supramolekulare Chemie so interessant macht, ist unsere wachsende Fähigkeit, die Struktur der Funktionsmoleküle immer besser zu kontrollieren», sagt Stefan Matile. In einem ersten Schritt der chemischen Synthese werden die Bausteine der angestrebten Struktur darauf vorbereitet, sich untereinander durch verhältnismässig schwache Bindungskräfte zu ordnen und zu verbinden.

«Bei unserem Projekt sind wir von starren Stäben aus organischen Verbindungen ausgegangen, die weder zusammengepresst noch verbogen werden können», verrät der Chemiker. Obwohl die als «rigid rods» bezeichneten stabförmigen Moleküle Materialwissenschaftlern schon seit geraumer Zeit bekannt waren, wurden sie in der biologisch orientierten supramolekularen



Supramolekül mit Aktivator (fussballförmig) und Peptid-Blockern (rote Helix)
Mit freundlicher Genehmigung von Wiley-VCH

Chemie lange übersehen. Zu Unrecht, wie die Genfer Gruppe zeigte: Die auch als Module bezeichneten Bausteine der «rigid rods» können gezielt mit bestimmten Eigenschaften ausgestattet werden. «Gewünschte Funktionen der Supramoleküle werden zuerst auf dem Papier geplant», erklärt Matile. «Das ist eine Arbeit, die Kreativität erfordert.»

Akademischer Bestseller

Matiles Team, zu dem auch seine Ehefrau Naomi Sakai gehört, hat sich auf die Entwicklung von Membranen spezialisiert, die mit synthetischen Poren durchsetzt sind. Die in ihrer Struktur an offene Tönnchen erinnernden Poren können je nach Konfiguration als Behälter, Sensoren oder als Auslöser chemischer Reaktionen dienen. «Am aussichtsreichsten erscheint ihr Einsatz als Detektoren für

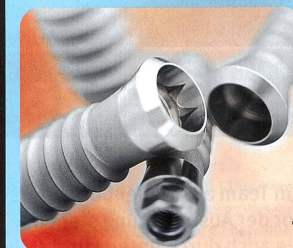


Seitenansicht des oben abgebildeten multifunktionalen Supramoleküls
Mit freundlicher Genehmigung von Wiley-VCH

den Nachweis chemischer Reaktionen», erklärt Stefan Matile.

Enormes Interesse der Fachwelt unterstreicht die Bedeutung des eingeschlagenen Wegs. Ein im Journal «Chirality» publizierter Artikel der Gruppe über Eigenschaften der künstlichen Poren erreichte 2004 «Bestsellerstatus» und wurde mit dem «Oskar» für die meistgelesene Publikation der Zunft ausgezeichnet. Der wissenschaftliche Aufsatz wurde über 25 000mal aus der Datenbank für chemische Fachpublikationen heruntergeladen.

Optimaler Zahnersatz



Dentalimplantate sollen stark im Knochen verankert sein und Bakterien abweisen. An der ETH Zürich wurde dafür eine massgeschneiderte Beschichtung entwickelt. «Solang ein Implantat nicht richtig mit Knochenzellen verwächst, haben Sie einen Stossdämpfer im Kiefer – keinen Zahn», betont Samuele Tosatti vom Laboratorium für Oberflächentechnik der ETH Zürich. Rasches Einwachsen von Titanimplantaten könnte die postoperative Heilungsphase stark reduzieren.

Nun ist es Tosatti gelungen, Zahnimplantate mit einem dünnen Molekülfilm zu beschichten, der die gewünschten Eigenschaften aufweist. «Auf einem Zahn von Matherhorngrösse würde die Dicke des Films gerade eine Haarsbreite betragen», erklärt Tosatti. Entwickelt wurde die massgeschneiderte Beschichtung von den Materialwissenschaftlern Marcus Textor und Nicholas Spencer an der ETH Zürich im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 47. Der supramolekulare Belag der beiden Forscher stösst auch in der Schweizer Industrie, bei der Firma Straumann, bereits auf Interesse.