

› Ein neuer Weg in die Spiegelwelt

Neuartige Spiegelmoleküle erzeugen

Zur Untersuchung des Phänomens der sogenannten molekularen Händigkeit in der Natur haben Wissenschaftler eine neue Methode entwickelt, um massgeschneiderte Spiegelmoleküle herzustellen. Die vorgeschlagene Technik kann normale Moleküle so schnell drehen lassen, dass diese ihre normale Symmetrie und Form verlieren und dabei zwei gespiegelte Varianten voneinander bilden.

› Thomas Zoufal¹

Die Erforschung der Händigkeit, auch Chiralität genannt, führt nicht nur zu einem noch besseren Verständnis der Natur, sondern kann auch neuartigen Materialien und Methoden den Weg ebnen. Viele Moleküle existieren in zwei Versionen, die Spiegelbilder voneinander sind. «Aus unbekanntem Gründen bevorzugt das Leben, wie wir es auf der Erde kennen, fast ausschliesslich linkshändige Proteine, während die berühmte Doppelhelix des Erbguts rechtsherum gewunden ist», erläutert Andrey Yachmenev, der diese theoretische Studie in Küppers Gruppe am Center for Free-Electron Laser Science (CFEL) geleitet hat. «Seit mehr als einem Jahrhundert enträtseln Forscher Stück für Stück die Geheimnisse dieser sogenannten Händigkeit in der Natur, die nicht nur die belebte Welt betrifft: Spiegelversionen mancher Moleküle können auch chemische Reaktionen oder Materialeigenschaften verändern.» So gibt beispielsweise die rechtsdrehende Form der organischen Verbindung Carvon ($C_{10}H_{14}O$) Kümmel seinen charakteristischen Geschmack, die linksdrehende Form dagegen der Minze.

Die Händigkeit, auch Chiralität genannt, tritt nur in einigen Molekülarten natürlich auf. «Sie lässt sich jedoch künstlich in sogenannten kreiselsymmetrischen Molekülen induzieren», sagt Alec Owens vom Center for Ultrafast Imaging (CUI). «Lässt man diese Moleküle schnell genug rotieren, verlieren sie ihre Symmetrie und bilden je nach Drehrichtung eine von zwei Spiegelformen. Über dieses Phänomen der Rotationschira-

lität ist bisher nur sehr wenig bekannt, da es kaum experimentell umsetzbare Verfahren gibt, sie zu erzeugen.»

Rotationsinduzierte Chiralität erzeugen

Küppers Team hat nun rechnerisch einen Weg gefunden, diese rotationsinduzierte Chiralität mit realistischen Parametern im Labor zu erzeugen. Dabei kommen korkenzieherförmige Laserpulse zum Einsatz, die als sogenannte optische Zentrifugen fungieren. Am Beispiel von Phosphin (PH_3) zeigen die quantenmechanischen Berechnungen, dass bei Drehraten von einigen Billionen Mal pro Sekunde diejenige Phosphor-Wasserstoff-Bindung, um die sich das Molekül dreht, kürzer wird als die beiden anderen Bindungen. Je nach Drehrichtung entstehen dabei zwei chirale Formen von Phosphin, sogenannte Enantiomere. «Mit einem starken statischen elektrischen Feld kann die links- oder rechtshändige Version des rotierenden Phosphins ausgewählt werden», erläutert Yachmenev.

Neue Wege in die Spiegelwelt

Diese Methode verspricht einen völlig neuen Weg in die Spiegelwelt, da sie im Prinzip auch mit anderen, schwereren Molekülen funktionieren würde. Um bei diesen eine Rotationschiralität zu induzieren, würden sogar schwächere Laserpulse und schwächere elektrische Felder genügen. Für die erste Phase der Studie wählten die Forscher Phosphin, weil schwerere Moleküle zunächst noch zu komplex für die exakten quantenmechanischen Berechnungen waren. Da Phosphin sehr giftig ist, würden solche schwereren und auch lang-

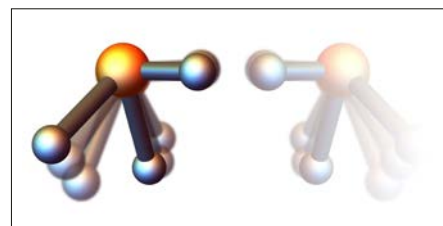


Bild: DESY, Andrey Yachmenev

Durch schnelle Rotation verlieren symmetrische Moleküle ihre Symmetrie: Bindungen entlang der Rotationsachse sind dann kürzer als andere. Je nach Drehrichtung entstehen zwei spiegelbildliche Formen.

sameren Moleküle für Experimente jedoch bevorzugt werden.

Das vorgeschlagene Verfahren könnte massgeschneiderte Spiegelmoleküle liefern. Die Untersuchung ihrer Wechselwirkungen mit der Umwelt, zum Beispiel mit polarisiertem Licht, könne helfen, die Geheimnisse der Händigkeit in der Natur weiter zu lüften und mögliche Anwendungen zu erforschen, wie Küpper betont, der auch Professor für Physik und Chemie an der Universität Hamburg ist.

Originalpublikation

Alec Owens et al., «Climbing the rotational ladder to chirality», *Physical Review Letters* (2018); DOI: 10.1103/PhysRevLett.121.193201

Kontakt

Prof. Jochen Küpper
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Standort Hamburg
Notkestrasse 85
D-22607 Hamburg
+49 40 8998 6330
desyinfo@desy.de
jochen.kuepper@desy.de
www.desy.de

¹ Presse- und Öffentlichkeitsarbeit am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY