

Pressemitteilung

Forschungsverbund Berlin e.V.

Dr. Natalia Stolyarchuk

28.10.2019

<http://idw-online.de/de/news726083>

Forschungsergebnisse
Biologie, Chemie, Physik / Astronomie, Werkstoffwissenschaften
überregional



Und es ward...ein neuartiges Licht:Lichtwellen mit intrinsischer Chiralität halten Spiegelmoleküle zuverlässig auseinander

Licht bietet den schnellsten Weg, um rechts- und linkshändige chirale Moleküle zu unterscheiden, was für viele Anwendungen in Chemie und Biologie unerlässlich ist. Normales Licht spricht aber nur schwach auf die molekulare Händigkeit an. Forscher des Max-Born-Instituts für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI), des Israel Institute of Technology (Technion) und der Technischen Universität Berlin haben nun gezeigt, wie man eine ganz neue Art von Licht erzeugen und charakterisieren kann. Dieses synthetische chirale Licht macht die Händigkeit von Molekülen besonders eindeutig sichtbar. Die Ergebnisse der gemeinsamen Arbeit sind nun in „Nature Photonics“ erschienen.

Genau wie unsere linke und rechte Hand haben auch einige Moleküle in der Natur sogenannte Spiegelzwillinge. Obwohl diese Zwillingmoleküle ähnlich aussehen, können einige ihrer Eigenschaften sehr unterschiedlich sein. So spielt die Händigkeit – oder Chiralität – von Molekülen eine entscheidende Rolle in der Chemie, in der Biologie und bei der Arzneimittelentwicklung: Während die eine Variante des Moleküls eine Krankheit heilt, kann der Spiegelzwilling – auch Enantiomer genannt – giftig oder sogar tödlich sein.

Dabei ist es extrem schwierig, die spiegelbildlichen chiralen Moleküle zu unterscheiden. Sie sehen identisch aus und verhalten sich identisch – es sei denn, sie treffen auf ein anderes chirales Objekt. Licht ist seit langem der perfekte Kandidat für diese Aufgabe: Die Schwingungen seines elektromagnetischen Feldes zeichnen eine kornenzieherförmige Spirale entlang seiner Ausbreitungsrichtung. Je nachdem, ob sich die Windung der Lichtwelle im Uhrzeigersinn oder gegen ihn dreht, ist sie entweder rechts- oder linkshändig. Chirale Moleküle können damit auf unterschiedliche Weise wechselwirken. Die durch die Lichtwellenlänge vorgegebene Weite der Schraubenlinie ist jedoch rund tausend Mal größer als die Größe eines Moleküls. Deshalb nehmen die winzigen Moleküle die Lichtschraube eher als einen riesigen Kreis wahr und reagieren kaum auf dessen chiralen Charakter.

Einen innovativen Weg, dieses Problem zu umgehen, hat nun das Forscherteam des MBI, Technion und der TU Berlin vorgeschlagen. Sie haben sich an die Synthese einer völlig neuen Art von chiralem Licht gemacht, das eine chirale Struktur zu jeder Zeit an jedem einzelnen Punkt im Raum zeichnet. „Die Händigkeit dieses neuen Lichts lässt sich so einstellen, dass das eine Enantiomer aktiv mit ihm wechselwirkt und helles Licht als Antwort aussendet, während das gespiegelte Enantiomer überhaupt nicht mit ihm reagiert“, erklärt Dr. David Ayuso, Forscher am MBI und Erstautor der Studie.

Die Wissenschaftler haben dieses neue chirale Licht mathematisch beschrieben und ihr Modell getestet. Dazu haben sie simuliert, wie diese Lichtstrahlen mit chiralen Molekülen wechselwirken. Darüber hinaus gelang es ihnen zu zeigen, wie man solches Licht im Labor erzeugt- und zwar indem man zwei konvergierende Laserstrahlen unterschiedlicher Frequenz miteinander verschmilzt. Die Wissenschaftler können die Händigkeit dieses synthetischen chiralen Lichts kontrollieren, indem sie mit der Phasenverschiebung zwischen den verschiedenen Frequenzen „spielen“. Dadurch lässt sich auswählen, welche Art von Molekülen intensiv mit diesem Licht wechselwirken.

„Synthetisches chirales Licht wird durch vollkommen neue intrinsische Symmetrieeigenschaften für elektromagnetische Felder beschrieben, was sehr spannend ist“, sagt der zweite Erstautor der Studie Ofer Neufeld, Doktorand in der Physikabteilung des Technions.

Die Forscher sehen eine Vielzahl möglicher Anwendungen für ihr neues Verfahren in Chemie und Biologie. Synthetisches chirales Licht könnte es etwa ermöglichen, chirale chemische Reaktionen in Echtzeit zu beobachten oder auch einen Wechsel bei der Händigkeit von Molekülen nachzuweisen. „Wir hoffen auch, diesen neuen Ansatz nutzen zu können, um Moleküle mit entgegengesetzter Händigkeit mit ultraschnellen Lasern räumlich voneinander zu trennen“, erklärt Prof. Dr. Olga Smirnova, Professorin an der TU Berlin und Leiterin einer Theoriegruppe am MBI.

Bildunterschrift: Identifizierung der Chiralität von Molekülen mit beispielloser Präzision. Synthetisches chirales Licht wechselwirkt selektiv mit einer der beiden Versionen eines chiralen Moleküls (links oder rechts). Die gewählte Version reagiert mit sehr hellem Licht, während ihr "Spiegelzwilling" dunkel bleibt.

Information zu den Autoren:

David Ayuso, Ofer Neufeld, Andres F. Ordonez, Piero Decleva, Gavriel Lerner, Oren Cohen, Misha Ivanov und Olga Smirnova haben diese Publikation gemeinsam verfasst. Sie sind dem Max-Born-Institut, dem Israel Institute of Technology, der Technischen Universität Berlin, der Università degli Studi di Trieste, der Humboldt-Universität zu Berlin und dem Imperial College London angeschlossen.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI)

Dr. David Ayuso

E-Mail david.ayuso@mbi-berlin.de

Tel. 030 6392-1364

Prof. Dr. Olga Smirnova

E-Mail olga.smirnova@mbi-berlin.de

Tel. 030 6392-1340

Technion - Israel Institute of Technology

Physics Department and Solid State Institute

Ofer Neufeld

E-Mail ofer.neufeld@gmail.com

Tel. +972 4 829-3833

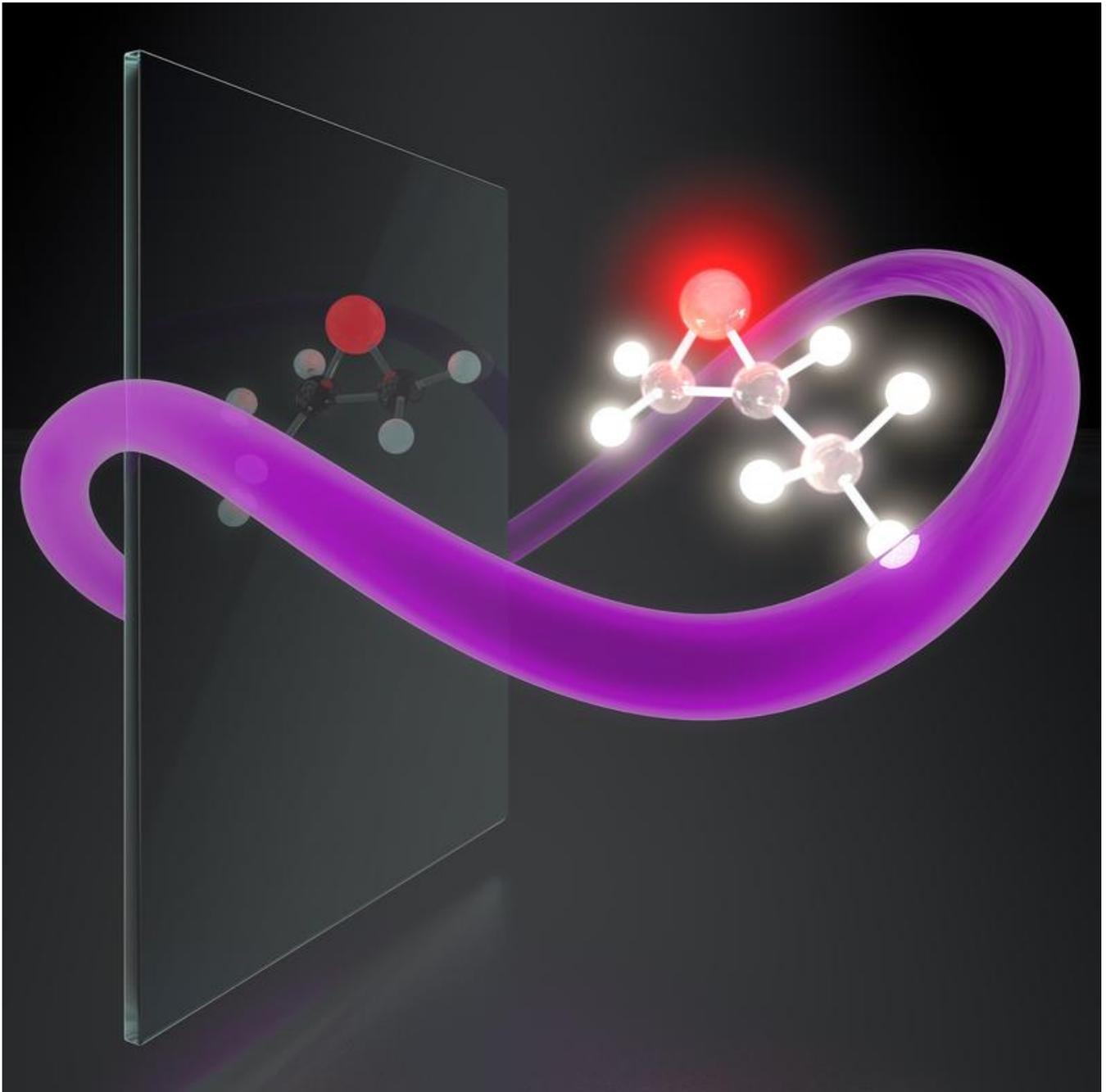
Originalpublikation:

Synthetic chiral light for efficient control of chiral light-matter interaction

David Ayuso, Ofer Neufeld, Andres F. Ordonez, Piero Decleva, Gavriel Lerner, Oren Cohen, Misha Ivanov and Olga Smirnova, Nature Photonics (2019)

DOI: 10.1038/s41566-019-0531-2

<https://www.nature.com/articles/s41566-019-0531-2>



Identifizierung der Chiralität von Molekülen mit beispielloser Präzision. Synthetisches chirales Licht wechselwirkt selektiv mit einer der beiden Versionen eines chiralen Moleküls (links oder rechts).
Steven Roberts