

Press release**Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft****Birgit Holthaus**

02/24/2022

<http://idw-online.de/en/news789035>Research results
Physics / astronomy
transregional, national**Asymmetrische Nanowellen**

Forscher des Berliner Fritz-Haber-Instituts (FHI) der Max-Planck-Gesellschaft, der Vanderbilt University, der City University of New York, der University of Nebraska und der University of Iowa haben gerade neue Ergebnisse zu asymmetrischen Nanowellen in der renommierten Zeitschrift „Nature“ veröffentlicht. Sie entdeckten eine neue Art von Nanowelle, die in Kristallen mit geringer Symmetrie aufgrund von optischen Scherkräften entsteht. Die Ergebnisse bieten neue Möglichkeiten für kompakte optische Technologien, die neue Wege zur Lichtlenkung oder zur optischen Speicherung von Informationen erlauben.

In der Regel benutzt man verschiedene Materialien zur Herstellung optischer Komponenten mit unterschiedlicher Funktion wie zum Beispiel Anti-Reflex-Beschichtungen oder Linsen. Insbesondere Kristalle mit asymmetrischer Struktur sind dabei sehr nützlich, da Licht sich dort auf ungewöhnliche Art ausbreitet, was neue optische Phänomene ermöglicht. Allerdings sind noch nicht alle Arten von Kristallen für photonische Anwendungen erforscht worden. Das Forscherteam des FHI hat gemeinsam mit den US-Partnern monokline Beta-Gallium-Oxide untersucht. Die "monokline" Kristallklasse war bisher für derartige Studien unbeachtet geblieben. Die Wissenschaftler fanden heraus, dass diese Kristalle Scherkräfte auf Licht ausüben, das sich entlang ihrer Oberfläche ausbreitet.

"Mit der Infrarotstrahlung des Freie-Elektronen-Lasers unseres Instituts konnten wir mit unseren Experimenten Spektralbereiche erschließen, die sonst sehr schwer zugänglich sind", erklärt Dr. Alexander Paarmann von der Abteilung Physikalische Chemie des FHI. "Die Struktur der in unseren Untersuchungen verwendeten ‚monoklinen‘ Kristallen sieht aus wie ein verzerrter Quader, bei dem vier von sechs Seiten rechteckig und zwei gekippte Parallelogramme sind", erläutert Paarmann. "Durch diese Verzerrung laufen die neuen Scherwellen nicht nur sehr gerichtet über die Kristalloberfläche, sondern sind auch nicht mehr spiegelsymmetrisch. Dank der ‚hyperbolischen‘ Abhängigkeit ihres Wellenvektors von der Ausbreitungsrichtung können wir diese Wellen in winzige Volumina zwingen." Diese sogenannten "hyperbolischen Scherpolaritonen" entstehen durch die Kopplung von Infrarotlicht an Gitterschwingungen, genannt "Phononen", an diesen Kristallen. Im Gegensatz zu früheren Beobachtungen von hyperbolischen Phonon-Polaritonen in Kristallen mit symmetrischer Struktur entdeckte das Team neue Eigenschaften der Scherpolaritonen: ihre Ausbreitungsrichtung hängt von der Infrarot-Wellenlänge ab, und ihre Wellenfronten sind geneigt. Für diese neuen Eigenschaften sind optische Scherkräfte verantwortlich, die ausschließlich durch die niedrigere Kristallsymmetrie und die damit verbundene Ausrichtung der Gitterschwingungen entstehen. Daher spielt die Kristallsymmetrie hier eine fundamentale Rolle.

"Wir erwarten, dass unsere Ergebnisse neue Wege für die Polaritonenphysik in Materialien mit geringer Symmetrie eröffnen, zu denen viele geologische Mineralien und organische Kristalle gehören", sagt FHI-Wissenschaftler Paarmann. Dadurch wird die Auswahl an Materialien für die technologische Entwicklung deutlich größer, was die Designmöglichkeiten für kompakte photonische Komponenten erheblich verbessern wird. Dies bedeutet einen großen Schritt nach vorne für die Miniaturisierung optischer Schaltungskreise in zukünftigen nanophotonischen Technologien.

contact for scientific information:

Dr. Alexander Paarmann, +49 30 8413-5121, E-Mail alexander.paarmann@fhi.mpg.de

Original publication:

<https://www.nature.com/articles/s41586-021-04328-y>

D