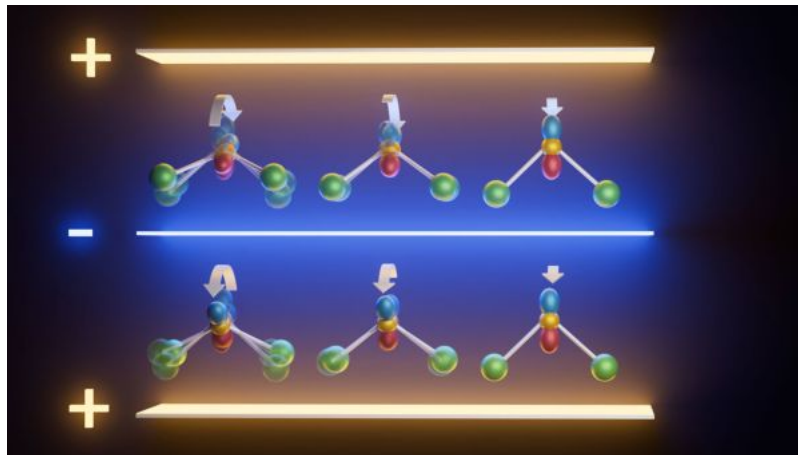


Chirale Phononen elektrisch umschalten

08.09.2026, 16:22 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *idw - Informationsdienst Wissenschaft*



Die Atome in einem Material stehen selten still. Sie wackeln gemeinsam in Form von Gitterschwingungen, den sogenannten Phononen, hin und her. Diese Bewegung kann auch eine Rotationskomponente haben: Im Jahr 2023 haben Wissenschaftler am PSI die Existenz chiraler Phononen experimentell nachgewiesen. Diese weisen je nach Drehrichtung eine bestimmte Händigkeit auf.

Nun hat dasselbe Forscherteam gezeigt, dass ein angelegtes elektrisches Feld die Händigkeit dieser Phononen steuern kann.

Chiralität schaltbar machen

Ihre ursprüngliche Entdeckung hatten die Forschenden an Quarz gemacht; für die aktuelle Studie stellten sie nun ein winziges Bauelement aus Bariumtitanat (BaTiO_3) her. Dieses Material ist ferroelektrisch, das heißt, es weist eine elektrische Polarisation auf, die durch ein elektrisches Feld umgekehrt werden kann. Kooperationspartner in Taiwan stellten Membranen aus Bariumtitanat mit einer Stärke von nur 40 Nanometern her und brachten Mini-Elektroden daran an, um ein winziges Bauelement zu schaffen, das auf einen Siliziumträger montiert wurde.

Die Forschenden schalteten die elektrische Polarisation hin und her und untersuchten, wie sich die Chiralität der atomaren Schwingungen im Material dabei veränderte. Sie entdeckten, dass sich die Chiralität der Phononen umkehrte, wenn sich die elektrische Polarisation umkehrt.

Verblüffenderweise stellten sie fest, dass dieser umgeschaltete Zustand auch nach dem Wegfall des elektrischen Feldes fortbesteht. Damit bietet das elektrische Feld eine zuverlässige Möglichkeit, die Chiralität der Phononen zu steuern. Die Umschaltung erfolgte bei Raumtemperatur und mit einer Spannung von nur 3 Volt – zwei Faktoren, die eine künftige Integration in Geräte begünstigen könnten.

Die Umkehr der Chiralität beobachten

Dem Team gelang es, die Händigkeit chiraler Phononen mithilfe zirkular polarisierter Röntgenstrahlen an der European Synchrotron Radiation Facility ESRF in Grenoble zu bestimmen. Hierzu setzten die Forschenden eine als resonante inelastische Röntgenstreuung (RIXS) bekannte Technik ein. Mithilfe dieser Technik konnten sie die Chiralität der Phononen bestimmen, indem sie untersuchten, wie der Drehimpuls zwischen den zirkular polarisierten Röntgenstrahlen

und dem Gitter übertragen wird.

«Wir wissen inzwischen, dass sich der Drehimpuls von Phononen mithilfe von Elektrizität steuern lässt. Damit ist der Weg für die phononenbasierte Informationstechnologie geebnet», erklärt Erstautor Michael Grimes vom Zentrum für Photonenforschung am PSI.

Von grundlegenden Fragen der Natur bis hin zu Geräten der Zukunft

Da die Bewegung der chiralen Phononen eine Rotationskomponente hat, besitzen sie einen Drehimpuls. Auch der Magnetismus ist eng mit dem Drehimpuls verbunden, und zwar über den Spin und die Bahnbewegung der Elektronen.

Daher können chirale Phononen potenziell mit elektronischen und magnetischen Zuständen in Wechselwirkung treten und diese beeinflussen. «Die Möglichkeit, die Chiralität der Phononen zu steuern, könnte im Prinzip ein Mittel sein, um magnetische Zustände und damit die darin codierten Informationen zu manipulieren», erklärt Urs Staub, Physiker am Zentrum für Photonenforschung des PSI und Leiter der Studie.

Neben den praktischen Auswirkungen ist das Thema Teil einer umfassenderen Fragestellung nach den Ursprüngen der Chiralität im Leben.

«Chirale Phononen sind faszinierend, weil sie eine grundlegende Frage der Natur berühren, über die bisher nur sehr wenig bekannt ist: Warum gibt es überhaupt Händigkeit?», fügt Staub hinzu. «In der Biologie gibt es eine Händigkeit – aber warum bleibt ein Rätsel. Ob der Magnetismus dabei eine Rolle spielt – oder gespielt hat –, wird heiss diskutiert. Chirale Phononen stellen eine Verbindung zwischen der Bewegung von Atomen und dem Magnetismus her.»

Text: Paul Scherrer Institut PSI/Miriam Arrell

Über das PSI

Das Paul Scherrer Institut PSI entwickelt, baut und betreibt grosse und komplexe Forschungsanlagen und stellt sie der nationalen und internationalen Forschungsgemeinde zur Verfügung. Eigene Forschungsschwerpunkte sind Zukunftstechnologien, Energie und Klima, Health Innovation und Grundlagen der Natur. Die Ausbildung von jungen Menschen ist ein zentrales Anliegen des PSI. Deshalb sind etwa ein Viertel unserer Mitarbeitenden Postdoktorierende, Doktorierende oder Lernende. Insgesamt beschäftigt das PSI 2300 Mitarbeitende und ist damit das grösste Forschungsinstitut der Schweiz. Das Jahresbudget beträgt rund CHF 450 Mio. Das PSI ist Teil des ETH-Bereichs, dem auch die ETH Zürich und die ETH Lausanne angehören sowie die Forschungsinstitute Eawag, Empa und WSL.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Urs Staub
PSI Center for Photon Science
Paul Scherrer Institut PSI
+41 56 310 44 94
urs.staub@psi.ch

Dr. Michael Grimes
PSI Center for Photon Science
Paul Scherrer Institut PSI
+41 56 310 52 24
michael.grimes@psi.ch

Originalpublikation:

Electric-field switching of g-wave phonon chirality in ferroelectric BaTiO₃
Michael Grimes, Hiroki Ueda, Clifford J. Allington, Carl P. Romao, Kurt Kummer, Puneet Kaur, Li-Shu Wang, Yao-

Wen Chang, Jan-Chi Yang, Shih-Wen Huang und Urs Staub
Nature Materials, 07.09.2026 (online)
DOI: 10.1038/s41563-026-02737-w

Paul Scherrer Institut (PSI)

ChristianHeid (Mitarbeiter in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

+41 79 528 7727

christian.heid@psi.ch

News-ID: 1322833 • Views: 122 (Stand: 26.09.2026)

Link zur Pressemitteilung:

<https://www.openpr.de/news/1322833/Chirale-Phononen-elektrisch-umschalten-idw.html>