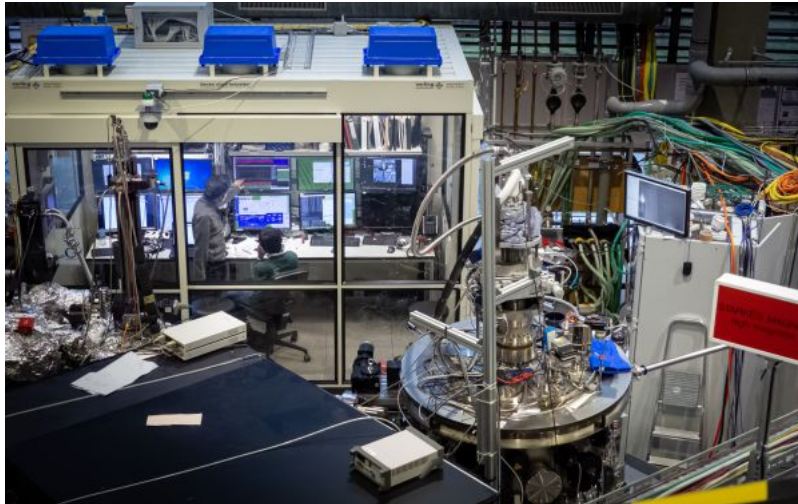


Spintronik an BESSY II: Echtzeit-Analyse von magnetischen Doppelschichtsystemen

29.04.2026, 12:29 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *idw - Informationsdienst Wissenschaft*



Während in der konventionellen Mikroelektronik elektrische Ladungen verschoben werden, basiert die Spintronik auf den Spins der Elektronen. Um Spins zu manipulieren, ist weniger Energie erforderlich als für den Transport von massebehafteten Ladungsträgern. Daher versprechen spintronische Bauelemente enorme Energieeinsparungen und hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit.

Künftige Anwendungen benötigen allerdings Taktraten im Terahertz-Bereich, die heute noch nicht erreichbar sind. Taktraten heutiger spinbasierter Anwendungen sind bis zu hundertmal geringer. Um die Spintronik voranzutreiben, untersucht ein großes Team im Transregio-Sonderforschungsbereich CRC/TRR 227 daher die Spindynamik in Festkörpern auf ultraschnellen Zeitskalen und in atomarer Auflösung. Magnetische Ordnung ist der Schlüssel

Das wesentliche Merkmal von spintronischen Bauelementen ist die Kombination von ferromagnetischen und antiferromagnetischen sehr dünnen Schichten. Während die ferromagnetischen Dünnschichten ein Magnetfeld erzeugen, ist in der antiferromagnetischen Dünnschicht zwar magnetische Ordnung, aber keine Magnetisierung zu finden. Antiferromagnetischen Dünnschichten besitzen eine schnellere Dynamik, keine magnetischen Streufelder und ermöglichen eine größere Materialauswahl. Allerdings sind sie aufgrund des fehlenden makroskopischen magnetischen Moments schwieriger zu untersuchen. Obwohl sie häufig eingesetzt werden, um die Eigenschaften benachbarter ferromagnetischer Schichten in Bauelementen zu beeinflussen, war bisher kaum etwas darüber bekannt, wie solche Doppelschichten auf ultrakurzen Zeitskalen auf einen ultrakurzen Laserpuls reagieren.

Nun konnte das Team ermitteln, wie die magnetische Ordnung in den beiden Schichten eines antiferromagnetisch-ferromagnetischen Doppelschichtsystems ultraschnell verloren geht. Die Probe bestand aus einer extrem dünnen antiferromagnetischen Schicht aus neun Lagen Kobalt-Oxid (CoO), die auf einen Silberkristall aufgebracht wurde, und mit einer ferromagnetischen neunlagigen Eissenschicht (Fe) abgedeckt war.

Das Verfahren: Femtoslicing an BESSY II

An der Röntgenquelle BESSY II gibt es die Option, mit ultrakurzen Weichröntgen- und Laserpulsen ein stroboskopisches Pump-Probe-Experiment durchzuführen. Dabei wird die Probe zuerst angeregt und die Antwort darauf gemessen. Diese

Methode, die als „Femtosing“ bezeichnet wird, ermöglicht echte „Momentaufnahmen“ des magnetischen Zustands sehr kurz nach der Anregung, und zwar im Bereich von Femtosekunden.

Über den sogenannten Röntgen-Magnetischen Dichroismus (Zirkular für die Eisenschicht, Linear für die Schicht aus Kobaltoxid), bei dem die reflektierte Intensität von zirkular bzw. linear polarisierten weichen Röntgenstrahlen gemessen wurde, konnte die Antwort beider Schichten exakt voneinander getrennt werden.

Es zeigte sich, dass beide Ordnungen praktisch gleichzeitig innerhalb von etwa 300 fs ($= 3 \times 10^{-13}$ s) zusammenbrechen, nachdem die Probe von einem Laserpuls mit einer Wellenlänge von 800 nm getroffen wurde. „Dies ist überraschend, da CoO bei dieser Wellenlänge transparent ist und den Laserpuls daher nicht direkt absorbiert. Ein Anregungstransfer von der Fe-Schicht in die CoO-Schicht ist somit der dominierende Mechanismus für den ultraschnellen Verlust der antiferromagnetischen Ordnung in CoO“, sagt Wolfgang Kuch, der die Studie geleitet hat.

Theoretische Berechnungen zeigen, dass auf der ultraschnellen Zeitskala nur ein direkter Energietransfer von den angeregten Elektronen in Eisen zum Spinsystem von Kobaltoxid über die Grenzfläche zwischen beiden Schichten die experimentellen Ergebnisse erklären kann. Dies ist wichtig für die Entwicklung antiferromagnetisch-ferromagnetischer Schichtsysteme für die schnellsten spintronischen Anwendungen. Die Modellierung passt sehr gut zu den Daten aus dem Experiment.

„Diese Arbeit zeigt, wie wir an BESSY II kontinuierlich unsere experimentellen Möglichkeiten weiterentwickeln, um immer mehr Klarheit zu gewinnen“, sagt Christian Schüßler-Langeheine, Experte für das Röntgenspektroskopie bei BESSY II. Die hier eingesetzte Messmethode basiert auf Arbeiten, die vor 23 Jahren bei BESSY II durchgeführt wurden. Sie haben damals gezeigt, wie man bestimmte Arten von antiferromagnetischer Ordnung, wie die in CoO, in einer Röntgen-Reflexionsmessungen sehr empfindlich untersuchen kann (DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.67.052401>).

„Darauf haben wir aufgebaut und können in einer ganzen Klasse von Antiferromagneten den ultraschnellen Spintransport untersuchen. An der Slicing-Facility sind in den letzten Jahren viele wegweisende Studien Untersuchungen zu ultraschneller antiferromagnetischer Dynamik entstanden. Mit dieser neuen Studie haben wir die Erkenntnisse über die ultraschnelle Spindynamik in Doppelschichten nun erheblich vertieft“, sagt Schüßler-Langeheine.

Transregio 227 "Ultraschnelle Spindynamik"

Der Transregio 227 „Ultraschnelle Spindynamik“ untersucht den Elektronenspin auf ultrakurzen Zeitskalen, das heißt innerhalb von wenigen Femtosekunden. Dieser transregionale Sonderforschungsbereich (TRR) wurde 2018 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eingerichtet und bislang mit rund 20 Millionen Euro finanziert. Nun hat die DFG bekannt gegeben, den TRR 227 von 2026 bis 2029 mit weiteren zehn Millionen Euro zu fördern.

Partner: Freie Universität Berlin, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Technische Universität Berlin, Universität Potsdam, Helmholtz-Zentrum Berlin, Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie, Berlin, Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik, Halle.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Wolfgang Kuch
kuch@physik.fu-berlin.de

Dr. Christian Schüßler-Langeheine
christian.schuessler@helmholtz-berlin.de

Originalpublikation:

Physical Review Letters (2026): Element-Selective Probing of Ultrafast Ferromagnetic-Antiferromagnetic Order Dynamics in Fe/CoO Bilayers.

<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/gcwk-ts5>

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH

AntoniaRötger (Mitarbeiter in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

030 806243733

antonia.roetger@helmholtz-berlin.de

News-ID: 1310625 • Views: 248 (Stand: 12.10.2026)

Link zur Pressemitteilung:

<https://www.openpr.de/news/1310625/Spintronik-an-BESSY-II-Echtzeit-Analyse-von-magnetischen-Doppelschichtsystemen-idw.html>