

Press release

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH

Dr. Antonia Rötger

11/07/2017

<http://idw-online.de/en/news684116>

Research results, Transfer of Science or Research
Information technology, Physics / astronomy
transregional, national



Antiferromagnetisches Dysprosium schaltet schneller

HZB-Wissenschaftler haben einen Mechanismus identifiziert, mit dem sich möglicherweise schnellere und energiesparendere magnetische Speicher realisieren lassen. Sie verglichen, wie unterschiedliche magnetische Ordnungen im Seltenerd-Metall Dysprosium auf einen kurzen Laserpuls reagieren. Dabei fanden sie heraus, dass sich die magnetische Ordnung sehr viel schneller und mit deutlich geringerem Energieeinsatz verändern lässt, wenn die magnetischen Momente der einzelnen Atome nicht alle in dieselbe Richtung weisen (ferromagnetisch), sondern gegeneinander verdreht sind (antiferromagnetisch). Die Studie erschien am 6.11.2017 in der Fachzeitschrift Physical Review Letters.

Dysprosium ist nicht nur das Element mit den stärksten magnetischen Momenten, sondern besitzt auch eine weitere interessante Eigenschaft: Je nach Temperatur weisen in Dysprosium die magnetischen Momente entweder alle in dieselbe Richtung (ferromagnetisch) oder sind gegeneinander verdreht (antiferromagnetisch). Somit lässt sich an ein und derselben Probe untersuchen, wie sich unterschiedlich angeordnete magnetische Momente verhalten, wenn sie durch einen äußeren Energiepuls angeregt werden.

Die Physikerin Dr. Nele Thielemann-Kühn hat nun an BESSY II diese Fragestellung untersucht. Die Röntgenquelle BESSY II ermöglicht es als eine der wenigen Einrichtungen weltweit, schnelle Prozesse wie die Störung magnetischer Ordnung zu beobachten. Ihr Befund: In antiferromagnetischem Dysprosium lässt sich die magnetische Ordnung durch einen kurzen Laserpuls deutlich leichter umschalten als in ferromagnetischem Dysprosium. „Das hängt damit zusammen, dass atomare magnetische Momente mit einem Drehimpuls wie bei einem sich drehenden Kreisel verknüpft sind“, erklärt Thielemann-Kühn. Einen rotierenden Kreisel umzustoßen erfordert Kraft, da dessen Drehimpuls auf einen anderen Körper übertragen werden muss. „Albert Einstein und Wander Johannes de Haas haben schon 1915 in einem berühmten Experiment gezeigt, dass wenn sich in einem frei aufgehängten Eisenstab die Magnetisierung ändert, der Stab anfängt sich zu drehen: Die Drehimpulse der atomaren Magnete werden an den Stab als Ganzes übertragen. Zeigen die atomaren magnetischen Momente anfangs bereits in unterschiedliche Richtungen, können sie ihre Drehimpulse untereinander austauschen, so als würde man zwei entgegengesetzt rotierende Kreisel gegeneinander drücken“, erläutert Gruppenleiter Dr. Christian Schüssler-Langeheine.

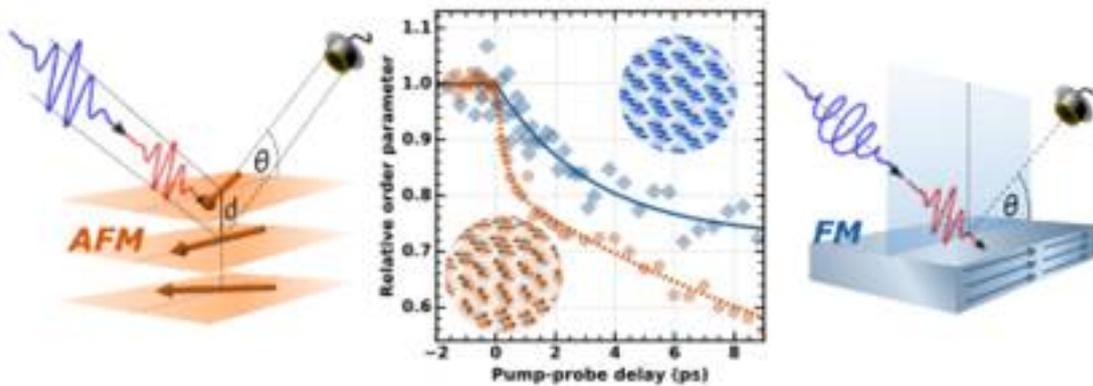
Die Übertragung von Drehimpuls benötigt Zeit. Eine antiferromagnetische Ordnung, bei der diese Übertragung nicht erforderlich ist, sollte sich deshalb schneller stören lassen, als eine ferromagnetische Ordnung. Der experimentelle Beweis für diese Vermutung wurde jetzt in der Studie von Thielemann-Kühn und Kollegen erbracht. Darüber hinaus fand das Team auch heraus, dass der Energieeinsatz im Fall der antiferromagnetischen Momente deutlich geringer ist als für den Fall der ferromagnetischen Ordnung.

Aus dieser Beobachtung leiten die Wissenschaftler Vorschläge ab, wie sich durch eine Kombination von ferro- und antiferromagnetisch angeordneten Spins Materialien entwickeln ließen, die als magnetische Speicher geeignet sind und mit erheblich geringerem Energieeinsatz umgeschaltet werden könnten, als konventionelle Magneten.

Zur Publikation in Physical Review Letters (06 November 2017): Ultrafast and energy-efficient quenching of spin order: Antiferromagnetism beats ferromagnetism; Nele Thielemann-Kühn, Daniel Schick, Niko Pontius, Christoph Trabant, Rolf Mitzner, Karsten Holldack, Hartmut Zabel, Alexander Föhlisch, Christian Schüßler-Langeheine

DOI: 10.1103/PhysRevLett.119.197202

Hervorgehoben als Focus story in "Physics": Quick Changes in Magnetic Materials



Ein Laserpuls trifft auf die Dysprosium-Probe und verändert deren magnetische Ordnung. Dies geschieht rascher, wenn das Dysprosium vorher antiferromagnetisch (links) war.
HZB