

6. August 2014
40/14

Pressedienst

Mit Licht magnetische Kräfte manipulieren

Die magnetischen Kräfte in Materialien wie Eisen können mit Licht ultraschnell manipuliert werden. Das haben jetzt Dr. Johan Mentink und Prof. Dr. Martin Eckstein von der Universität Hamburg am Center for Free-Electron Laser Science (CFEL) und dem Max-Planck-Institut für Struktur und Dynamik der Materie (MPSD) in der aktuellen Ausgabe von *Physical Review Letters* dargestellt. Eine schnelle und effektive Manipulation von magnetischen Zuständen ist nicht nur für die Grundlagenforschung von großer Bedeutung, sondern auch für technologische Entwicklungen. Zum Beispiel könnte sie in Zukunft die Herstellung schnellerer Festplatten ermöglichen.

Die Wechselwirkung zwischen mikroskopischen „Spins“ (d. h. der magnetischen Ausrichtung der Atome) bestimmt die Stärke eines Magneten und ist abhängig von den Wechselwirkungen zwischen den Elektronen in dem jeweiligen Material. Die Elektronen koppeln dabei in extrem schneller Geschwindigkeit an ein äußeres elektrisches Feld, wie z. B. Laserlicht. Da diese Geschwindigkeit im Femtosekundenbereich liegt (eine Femtosekunde ist der billiardste Teil einer Sekunde), ist weitgehend unklar, was dabei mit den magnetischen Kräften geschieht, denn die vorhandenen theoretischen Konzepte und Formeln sind nicht auf so kurze Zeitskalen anwendbar. Mentink und Eckstein haben jetzt zwei neuartige theoretische Methoden kombiniert, um die Änderung von Magnetismus auf ultraschnellen Zeitskalen berechnen zu können. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die magnetischen Kräfte fast augenblicklich an den angeregten Zustand der Elektronen anpassen, und deshalb schnell und effektiv mit Licht manipuliert werden können.

Eine Abschwächung des Magnetismus erleichtert es, magnetische Bits umzuschalten – etwa auf einer Festplatte. Mit der aktuell besten zur Verfügung stehenden Technologie dauert ein solcher Schaltvorgang etwa eine Nanosekunde (d. h. eine milliardstel Sekunde). Mentink und Eckstein haben nun gezeigt: Eine Schwächung der magnetischen Kräfte kann noch über 10.000 Mal schneller bewirkt werden. Genauso wie etwa modernste Lasertechnologie die Medizintechnik revolutioniert hat, könnte dieses Prinzip in Zukunft zu einer völlig neuen Generation von Speichermedien führen, die direkt auf elektrische Felder reagiert.

Die Forscher zeigten den Effekt anhand eines relativ einfachen Modells für ein nichtleitendes Festkörpermaterial. Dieses Ergebnis ist der Ausgangspunkt für weitere Forschungen mit anderen Materialien und verschiedenen Arten von Laserfeldern. Darüber hinaus interessiert es die Forscher, ob man Magnetismus auch gezielt verstärken kann. Mentink: „Unser Traum ist es, ein nichtmagnetisches Material magnetisch zu machen und ihm somit mehr Funktionalität zu geben. Noch ist es zu früh, um bestimmte Vorhersagen zu machen, aber wenn man zum Beispiel Silizium oder

Graphen magnetisch machen könnte, hätte dies enorme Auswirkungen auf zukünftige technologische Entwicklungen.“

Für seine Arbeit in der Forschungsgruppe von Prof. Dr. Martin Eckstein an der Universität Hamburg erhielt Johan Mentink ein Rubicon-Forschungsstipendium der *Netherlands Organisation for Scientific Research* (NWO).

Link zur Publikation:

Ultrafast Quenching of the Exchange Interaction in a Mott Insulator

J.H. Mentink and M. Eckstein

Physical Review Letters 113, 057201 (2014)

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.113.057201>

Für Rückfragen:

Prof. Dr. Martin Eckstein

Universität Hamburg

Center for Free-Electron Laser Science

Tel.: 040 8998-6270

E-Mail: martin.eckstein@mpsd.cfel.de