

Pressedienst Wissenschaft

21. Februar 2012

Neue physikalische Effekte könnten den Energieverbrauch von Computern drastisch reduzieren:

Daten speichern in Wirbelstrukturen

Schneller, kleiner und energiesparender sollen die Rechner der Zukunft sein. Eine neue Methode könnte hierzu einen entscheidenden Beitrag leisten: Sie benötigt 100.000 mal geringere Ströme als bisherige Technologien, und die Anzahl der Atome für ein Informationsbit könnte deutlich kleiner sein als bisher. Ein Team aus Physikern der Technischen Universität München (TUM) und der Universität zu Köln treibt diese Technologie voran. Nun haben sie eine einfache elektronische Methode entwickelt, mit der die Informationsbits verschoben und ausgelesen werden können. Über ihre Ergebnisse berichtet das Fachmagazin Nature Physics.

Vor drei Jahren entdeckten Professor Christian Pfleiderer und sein Team vom Physik-Department der TUM in einem Kristall aus Mangansilizium eine völlig neuartige magnetische Struktur, ein Gitter aus magnetischen Wirbeln. Zusammen mit Kollegen um Professor Achim Rosch an der Universität zu Köln erforschten sie die Eigenschaften dieser nach dem britischen Physiker Tony Skyrme Skyrmionen genannten Wirbel. Sie erwarteten sich neue Ergebnisse im Bereich der sogenannten Spintronics, Nanoelektronik-Bausteine, die nicht nur die elektrische Ladung von Elektronen sondern auch ihr magnetisches Moment, den Spin, zur Informationsverarbeitung nutzen.

Während Peter Grünberg und Albert Fert den Nobelpreis 2007 noch für Arbeiten erhielten, die zu einem bedeutend schnelleren Auslesen von Daten führten, konzentriert sich die Forschung seit einigen Jahren auf die Frage, wie man magnetische Informationen durch elektrische Ströme direkt in Materialien schreiben kann. Problematisch sind dabei jedoch bislang die erforderlichen extrem hohen Stromstärken, deren Nebeneffekte selbst in Nanostrukturen kaum zu bändigen sind. Da die Skyrmionen sich mit 100.000 mal niedrigeren Stromstärken bewegen lassen, ist das Interesse in Wissenschaft und Industrie extrem groß.

Schon bei der Entdeckung der magnetischen Wirbel war klar, dass Mangansilizium nicht das einzige Material bleiben würde, in dem solche Skyrmionen erzeugt werden können. Das bestätigte sich. Inzwischen haben japanische Forscher nachgewiesen, dass es möglich ist, einzelne Wirbel zu erzeugen und eine Gruppe von Physikern des Forschungszentrums Jülich

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de

Name	Funktion	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22778	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	battenberg@zv.tum.de

sowie der Universitäten Hamburg und Kiel wies nach, dass die magnetischen Wirbel auch auf Oberflächen erzeugt werden können. Aus nur 15 Atomen bildeten sie ein Informations-Bit. Für ein magnetisches Bit einer heutigen Festplatte benötigt man dagegen etwa eine Million.

Wie allerdings die Information geschrieben, geändert und ausgelesen werden könnte, blieb ein Problem. Bisher verwendete das Team um Professor Pfeleiderer die Neutronenstrahlung der benachbarten Forschungs-Neutronenquelle FRM II der TU München, um die Materialien zu untersuchen. „Wir können mit den Kristallen, die wir in unseren Labors im Physik-Department herstellen, direkt hinüber marschieren und mit Neutronen die magnetische Struktur, deren Dynamik und viele andere Eigenschaften messen,“ sagt Christian Pfeleiderer.

Nun haben die Physiker eine Methode entwickelt, mit der sie die aus Spinwirbeln bestehenden Skyrmionen rein elektronisch bewegen und vermessen können. „Fließen Elektronen in einem elektrischen Draht, so erzeugen sie ein Magnetfeld. Bewegen sich die magnetischen Wirbel, so erzeugen sie ein elektrisches Feld,“ sagt Christian Pfeleiderer. „Und das können wir nun elektronisch messen.“

Während man früher mit einem Strom im Schreib/Lesekopf einer Festplatte ein Magnetfeld erzeugte, um das Material an einer Stelle der Festplatte zu magnetisieren und ein Informationsbit zu schreiben, kann man die Skyrmionen direkt und mit sehr kleinen Strömen bewegen. „Damit sollte es möglich sein, Speicherung und Verarbeitung von Daten wesentlich kompakter und energetisch sehr viel effizienter zu gestalten“, sagt Christian Pfeleiderer.

Bisher sind allerdings für die Messung der Effekte sehr tiefe Temperaturen nötig. Neue Materialien müssen entwickelt werden, die Skyrmionen auch bei Raumtemperatur nutzbar machen. Bis die ersten elektronischen Bauteile mit dieser Technologie auf den Markt kommen, ist daher noch einiges an Forschungsarbeit zu leisten.

Die Arbeiten wurden unterstützt aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG, SFB 608, TRR 80, FOR 960), der Deutsche Telekom Stiftung, dem European Research Council (ERC) sowie der TUM Graduate School und der Bonn Cologne Graduate School.

Originalpublikation:

Emergent electrodynamics of skyrmions in a chiral magnet

T. Schulz, R. Ritz, A. Bauer, M. Halder, M. Wagner, C. Franz, C. Pfleiderer, K. Everschor, M. Garst and A. Rosch, Nature Physics, Online, XX Februar 2012

<http://www.nature.com/doi/10.1038/nphys2231>

Bildmaterial:

<http://mediatum2.ub.tum.de/node?cfold=1006342&dir=1006342&id=1006342>

101217_Pfleiderer.jpg: Prof. Dr. Christian Pfleiderer bereitet eine Probe zur Messung in der Neutronenquelle FRM II vor. (Copyright: W. Schürmann / TU München)

Animation: Ein Elektron (schwarze Kugel) fliegt über ein Gitter von magnetischen Wirbeln. Die dabei übertragenen Kräfte erlauben es, die magnetischen Strukturen mit relativ kleinen Strömen zu kontrollieren. (Copyright: Prof. A. Rosch / Universität Köln)

Skyrmion_elektron: Gesamter Ablauf der Elektronbewegung beim Passieren eines magnetischen Wirbels. (Copyright: TU München)

101216_magnetische Wirbel: Magnetische Wirbel in Mangansilizium formen ein regelmäßiges Gitter.

Kontakt:

Prof. Dr. Christian Pfleiderer
Physik-Department
Technische Universität München
James-Franck-Str. 1, 85748 Garching, Germany
Tel.: +49 89 289 14720
E-Mail: christian.pfleiderer@frm2.tum.de
Internet: <http://www.e21.ph.tum.de>

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 460 Professorinnen und Professoren, 9.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und 31.000 Studierenden eine der führenden technischen Universitäten Europas. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. Das weltweite Netzwerk der TUM umfasst auch eine Dependence mit einem Forschungscampus in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet. Internet: www.tum.de

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de

Name	Funktion	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22778	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	battenberg@zv.tum.de