

Batman zeigt den Weg zu kompakter Datenspeicherung

Batman zeigt den Weg zu kompakter Datenspeicherung - Computerfestplatten speichern Daten magnetisch. Um zukünftig grössere Datenmengen auf kleinere Festplatten zu bannen, versuchen Forscher und Entwickler, die tatsächliche Grösse der magnetischen Bits und Bytes immer kleiner zu gestalten. Forschende am Paul Scherrer Institut PSI setzen hierfür auf die Kombination aus einer mikro-strukturierten Oberfläche und einem Laserstrahl. Die Oberfläche besteht aus einer regelmässigen Anordnung winziger Quadrate aus einem magnetischen Material. In den verschiedenen Versuchen der Forschenden hatten diese Quadrate eine Kantenlänge zwischen einem und fünf tausendstel Millimeter. Jedes Quadrat oder sogar ein Teilbereich desselben ist für sich ein winziger Magnet und könnte so eines Tages ein Speicher-Bit sein. Mikromagnete mit Licht umgedreht - Der zweite Teil des unkonventionellen Ansatzes ist, dass die PSI-Wissenschaftler die magnetische Richtung der Quadrate mit einem Laserstrahl gezielt umdrehen können. In heutigen Festplatten erfolgt die magnetische Schaltung und damit die Datenspeicherung mit einem kleinen Magnetkopf, der ähnlich wie die Nadel einer Schallplatte über die Festplatte fährt. Die Forschenden am PSI arbeiten in diesem Projekt mit Kollegen aus den Niederlanden, Deutschland und Japan zusammen. Bereits vor zwei Jahren konnte die internationale Forschungsgruppe zeigen, dass ein kurzer, intensiver Laserpuls Mikro-Magnete mehrere hundert Mal schneller schalten kann als ein Magnetkopf. Der Laser ist dabei auch noch energieärmer und damit kostengünstiger. Der Clou ist offenbar, dass das Laserlicht die winzigen Magnete sehr schnell aufheizt und sie dadurch in den jeweils anderen Zustand überführen kann. "Die magnetische Schaltung mit Licht funktioniert eindeutig. Aber warum genau sie funktioniert, das ist in der Forschergemeinde noch umstritten", erklärt Frithjof Nolting, Forscher am PSI und Leiter der Studie. Schnappschüsse des Umklappens - Für ein besseres Verständnis dieses magnetischen Umklappvorgangs entwickelten die Forschenden nun eine zeitaufgelöste Messung, mit der sie die extrem schnellen Änderungen Schritt für Schritt betrachten können. Dafür nutzten sie die Röntgenstrahlung der Synchrotron Lichtquelle SLS am PSI. Den Forschenden gelang eine Reihe von Momentaufnahmen, die zeitlich nur 70 billionstel Sekunden auseinanderliegen. Ihre Bildrate pro Sekunde ist damit beinahe 600 Millionen Mal so hoch wie diejenige von Kinofilmen. In ihrer Aufnahmereihe konnten die Wissenschaftler beobachten, wie die Richtung der Magnetisierung wechselt, das heisst, wie sich die winzigen Magnete umdrehen. Zunächst zeigt ihr Nordpol "nach oben" und der Südpol "nach unten", am Ende ist es andersherum. Eine Substruktur aus der Comic-Welt - Ihre verblüffende Beobachtung: Obwohl die magnetischen Quadrate so klein sind, dass der verwendete Laserpuls viele Quadrate gleichzeitig bestrahlt, drehte sich die Magnetisierung nicht flächendeckend um. Stattdessen bildeten sich innerhalb der beleuchteten Quadrate Substrukturen aus. Die Bildgebung der Forschenden zeigte dabei die eine Magnetisierungsrichtung schwarz, die andere weiss. Als die Forschenden Quadrate mit einer Kantenlänge von fünf Mikrometern, also fünf Tausendstel eines Millimeters, betrachteten, sahen sie eine besonders skurrile magnetische Substruktur: Plötzlich erschien schwarz aufweissem Grund ein winziges Batman-Logo. Die Forschenden sehen hierin jedoch weder eine geheime Comic-Botschaft noch ein Problem, sondern eine Chance. Sie erklären die Batman-Figur durch die Effekte von Brechung und Interferenz des Laserlichts - kurz: der Wechselwirkung des Lichts mit den Mikro-Quadraten. In einzelnen Bereichen der Quadrate wurde dadurch mehr Laserlicht absorbiert als in anderen. Nur dort fand deshalb die magnetische Schaltung statt. "Wir haben da eine faszinierende Wechselwirkung entdeckt", fasst Nolting zusammen. Die Festplatte der Zukunft: kleiner und schneller - Durch anders geformte Magnete liessen sich demnach auch andere Figuren als das Batman-Logo erzeugen. Damit wiederum liesse sich nicht nur jeder Kleinstmagnet, sondern sogar nur ein Teil davon als einzelnes, beschreibbares Computer-Bit verwenden. "Dies könnte der Weg sein, um eines Tages noch mehr Daten auf noch kleinere Festplatten zu speichern", sagt Loïc Le Guyader, der ebenfalls an den PSI-Experimenten beteiligt war. Inzwischen arbeitet er am Helmholtz-Zentrum Berlin. Doch nicht nur in der winzigen Grösse der Substrukturen, auch in der Geschwindigkeit des magnetischen Schaltungsprozesses haben die Forschenden beachtliche Werte gemessen: Dank der Licht-Schaltung läuft dieser Prozess enorm schnell ab und ist in weniger als 100 billionstel Sekunden abgeschlossen. Kleiner und schneller - dazu gehören eine geringe Grösse der Speicherbits und eine hohe magnetische Schaltgeschwindigkeit -, das sind die beiden Merkmale, die in der Festplattenindustrie zählen. Die Forschenden am PSI könnten den Ingenieuren einen Weg für zukünftige Entwicklungen aufgezeigt haben. Beteiligte Institutionen und Förderung - An dem Projekt waren Forschende folgender Institutionen beteiligt: Paul Scherrer Institut, Schweiz; Radboud Universität Nijmegen, Institut für Moleküle und Materialien, Niederlande; Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH, Deutschland; Fakultät für Wissenschaft und Technologie, Nihon-Universität, Japan. Die Arbeit wurde zum Teil unterstützt von: 7. EU-Rahmenprogramm (UltraMagnetron, Femtospin, Fantomas, Femtomagnetism), niederländische Forschungsförderung (NWO, FOM, STW) und japanische Forschungsförderung (MEXT). Text: Laura Hennemann - 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 Materie und Material, Energie und Umwelt sowie Mensch und Gesundheit. 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 1900 Mitarbeitende, das damit das grösste Forschungsinstitut der Schweiz ist. Das Jahresbudget beträgt rund CHF 350 Mio. Kontakt/Ansprechpartner - Prof. Dr. Frithjof Nolting, Labor für Synchrotron-Strahlung - Physik der kondensierten Materie, Paul Scherrer Institut, 5232 Villigen PSI, Schweiz; Telefon: +41 56 310 - 5111, E-Mail: frithjof.nolting@psi.ch Dr. Loïc Le Guyader, Institut Methoden und Instrumentierung der Forschung mit Synchrotronstrahlung, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie, 14109 Berlin, Deutschland; Telefon: +49 30 8062 - 14774 E-Mail: loic.le_guyader@helmholtz-berlin.de Originalveröffentlichung - Nanoscale sub-100 picosecond all-optical magnetization switching in GdFeCo microstructures - L. Le Guyader, M. Savoini, S. El Moussaoui, M. Buzzi, A. Tsukamoto, A. Itoh, A. Kirilyuk, T. Rasing, A.V. Kimel and F. Nolting - Nature Communications, 12 January 2014, doi: 10.1038/ncomms6839 <dx.doi.org/10.1038/ncomms6839>

Pressekontakt

Paul-Scherrer-Institut (PSI)

5232 Villigen

frithjof.nolting@psi.ch

Firmenkontakt

Paul-Scherrer-Institut (PSI)

5232 Villigen

frithjof.nolting@psi.ch

Das Paul Scherrer Institut PSI ist das grösste Forschungszentrum für Natur- und Ingenieurwissenschaften in der Schweiz. Wir betreiben Spitzenforschung in den Bereichen Materie und Material, Mensch und Gesundheit sowie Energie und Umwelt. Durch Grundlagen- und angewandte Forschung arbeiten wir an nachhaltigen Lösungen für zentrale Fragen aus Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft.