

## PRESSEMITTEILUNG

### Einblick ins Innere magnetischer Schichten

Berlin, 17.02.2015

**Messungen an BESSY II zeigen, wie sich in magnetischen Sandwiches „Spin-Filter“ bilden, die den Tunnelmagnetwiderstand beeinflussen – Ergebnisse können beim Design spintronischer Bauelemente helfen**

**Weitere Informationen:**

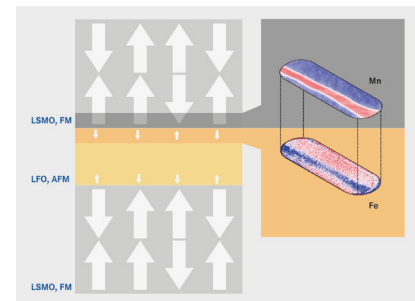
**Dr. Sergio Valencia Molina**  
Materialien für grüne Spintronik  
Tel.: +49 (0)30-8062-15619  
sergio.valencia@helmholtz-berlin.de

Forscherteams aus Paris, Madrid und Berlin haben erstmals beobachtet, wie sich die magnetischen Domänen an den Grenzflächen spintronischer Bauelemente gegenseitig beeinflussen. Durch Messungen an BESSY II konnten sie nachweisen, dass sich zwischen den äußeren ferromagnetischen Schichten und der innenliegenden antiferromagnetischen Isolatorschicht so genannte „Spin-Filter“ bilden, die den Tunnelmagnetwiderstand (TMR) beeinflussen. Damit haben sie das Verständnis von relevanten Prozessen in zukünftigen TMR-Datenspeichern und anderen spintronischen Bauelementen erheblich erweitert. Ihre Ergebnisse sind nun in Nature Communications (DOI: 10.1038/ncomms7306) veröffentlicht.

**Pressestelle**

Dr. Antonia Rötger  
Tel.: +49 (0)30-8062-43733  
Fax: +49 (0)30-8062-42998  
antonia.roetger@helmholtz-berlin.de

In jeder Festplatte und jedem Schreib-Lesekopf stecken heute magnetische Schichtstrukturen: Dies sind Sandwiches aus komplexen Heterostrukturen, deren einzelne Schichten nur wenige Nanometer dick sind. Entscheidend für ihre Funktion ist dabei ein quantenphysikalischer Effekt, der Tunnelmagnetwiderstand (TMR). Er tritt auf, wenn zwei ferromagnetische Schichten voneinander durch eine isolierende Schicht von wenigen Atomlagen Dicke getrennt sind, wie zwei Brotscheiben durch eine Scheibe Käse. Solange die Magnetisierung in den beiden „Brotscheiben“ parallel ist, dürfen Elektronen durch den „Käse“ tunneln, so dass der Widerstand niedrig ist. Ändert sich jedoch in einer der Schichten die Magnetisierung, dürfen die Elektronen nicht mehr durch die mittlere Schicht tunneln und der Widerstand ist hoch. So lässt sich durch magnetischen Einfluss auf eine der Außenschichten der elektrische Widerstand präzise steuern und mit den binären Werten „Null“ und „Eins“ verbinden, mit denen sich rechnen lässt.



Die LFO-Schicht weist normalerweise eine antiferromagnetische Ordnung auf (AFM) und besitzt keine ferromagnetischen Domänen. Doch die ferromagnetischen Domänen (weiße Pfeile) der LSMO-Schichten bewirken, dass an den Grenzflächen in der LFO-Schicht ferromagnetische Domänen ausgebildet werden, die antiparallel zu den angrenzenden Domänen der LSMO-Schicht ausgerichtet sind.  
Grafik: HZB

Nun haben Teams aus Frankreich, Spanien und dem HZB entdeckt, dass in Sandwich-Strukturen aus verschiedenen Übergangsmetalloxiden an den Grenzflächen Effekte auftreten, die den TMR-Widerstand stark beeinflussen. Dies hatte das französische Team um Manuel Bibes und Agnès Barthelemy, Unité de Physique, CNRS/Thales, Palaiseau, in Zusammenarbeit mit dem Team um Jacobo Santamaria in Madrid, zunächst durch Messungen der Transporteigenschaften beobachtet. Sie untersuchten dafür ein Schichtsystem aus zwei LSMO-Schichten

( $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ ), die durch eine sehr dünne LFO-Schicht ( $\text{LaFeO}_3$ ) getrennt war. Dabei waren die LSMO-Schichten ferromagnetisch (Mangan-Atome richten ihre magnetischen Momente in Domänen parallel zueinander aus), die LFO-Isolatorschicht dagegen antiferromagnetisch (Eisenatome ordnen hier ihre magnetische Momente antiparallel zueinander).

Messungen mit der Messkammer ALICE und am XPEEM-Instrument der UE49-Beamline von BESSY II haben deutlich gemacht, was an den Grenzschichten zwischen den ferromagnetischen Schichten und der antiferromagnetischen Innenschicht geschieht. Mit dem XPEEM-Instrument konnten sie entschlüsseln, wie sich die magnetischen Elemente Mangan und Eisen an den Grenzschichten jeweils ausrichteten. „Wir haben gesehen, dass an den Grenzen neue magnetische Phasen entstehen, die wie Spin-Filter wirken“, erklärt Sergio Valencia Molina, der das HZB-Team leitet. „Vereinfacht gesagt: Die Eisen-Atome der Isolatorschicht werden an der Grenzschicht durch die Manganatome beeinflusst und richten ihre magnetischen Momente nun antiparallel zu denen der Mangan-Atome aus. Dadurch entsteht direkt an der Grenzschicht auch in der Isolatorschicht eine ferromagnetische Ordnung. Damit haben wir erstmals experimentell nachgewiesen, dass sich auch in nicht-ferromagnetischen Barrierschichten ferromagnetische Ordnung induzieren lässt“. Das französische Team rechnete daraufhin durch, wie sich solche Spin-Filter auf den Tunnelmagnetwiderstand auswirken und konnte die experimentellen Daten reproduzieren.

„Solche komplexen Oxid-Heterostrukturen könnten in der Spintronik zukünftig eine große Rolle spielen“, sagt Valencia. Die Ergebnisse, die nun in Nature Communications veröffentlicht sind, erklären einen wichtigen, bislang noch nicht beachteten Prozess und helfen damit beim Design von Tunnelbarrieren mit den gewünschten Eigenschaften.

**Publication in Nature Communications:** "Insight into spin transport in oxide heterostructures from interface-resolved magnetic mapping" **Doi: 10.1038/ncomms7306**

Das **Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)** betreibt und entwickelt Großgeräte für die Forschung mit Photonen (Synchrotronstrahlung) und Neutronen mit international konkurrenzfähigen oder sogar einmaligen Experimentiermöglichkeiten. Diese Experimentiermöglichkeiten werden jährlich von mehr als 2500 Gästen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit genutzt. Das Helmholtz-Zentrum Berlin betreibt Materialforschung zu solchen Themen, die besondere Anforderungen an die Großgeräte stellen. Forschungsthemen sind Materialforschung für die Energietechnologien, Magnetische Materialien und Funktionale Materialien. Im Schwerpunkt Solarenergieforschung steht die Entwicklung von Dünnschichtsolarzellen im Vordergrund, aber auch chemische Treibstoffe aus Sonnenlicht sind ein wichtiger Forschungsgegenstand. Am HZB arbeiten rund 1100 Mitarbeiter/innen, davon etwa 800 auf dem Campus Lise-Meitner in Wannsee und 300 auf dem Campus Wilhelm-Conrad-Röntgen in Adlershof.

Das HZB ist Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.