

Universität Hamburg, Jungiusstr. 11, 20355 Hamburg

Universität Hamburg  
Jungiusstr. 9A-11A  
20355 Hamburg

Heiko Fuchs  
Öffentlichkeitsarbeit

Tel.: (0 40) 428 38 – 69 59

Fax: (0 40) 428 38 – 24 09

hfuchs@physnet.uni-hamburg.de

## Pressemitteilung

**Sperrfrist:** Nicht veröffentlichen vor 17.00 Uhr MESZ am Montag den 5. Oktober 2015. Bitte nicht auf Webseiten vor Aufhebung der Sperrfrist veröffentlichen.

**Embargoed:** Not for Release until 16.00 London time / 11.00 US Eastern time Monday, 5 October 2015. Please do not post to websites until the embargo-lift time.

Hamburg, 05.10.2015

# Lesen von magnetischen Skyrmionen leichtgemacht

## Neuer physikalischer Effekt: Forscher entdecken elektrische Widerstandsänderung durch magnetische Wirbelstrukturen

Derzeit werden kleinste magnetische Wirbel – sogenannte Skyrmionen – als vielversprechende Kandidaten für Bits in zukünftigen robusten und kompakten Datenspeichern diskutiert. Solche exotischen magnetischen Strukturen konnten in den letzten Jahren an der Universität Hamburg in ultradünnen magnetischen Schichten und Multilagensystemen nachgewiesen werden, wie sie bereits heute in Schreib-Lese-Köpfen von Festplatten und in magnetischen Sensoren genutzt werden. Zum Auslesen von Skyrmionen war allerdings bislang ein weiterer Magnet notwendig. Jetzt haben Forscher der Universität Hamburg und der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel gezeigt, dass man Skyrmionen prinzipiell viel einfacher nachweisen kann, da sich in den magnetischen Wirbelstrukturen der elektrische Widerstand drastisch ändert. Für zukünftige Datenspeicherkonzepte verspricht dies eine enorme Vereinfachung in der Herstellung und Anwendung.

Stabile Wirbel in magnetischen Materialien (siehe Abbildung) sind bereits vor über 25 Jahren vorhergesagt worden, konnten aber erst vor wenigen Jahren experimentell nachgewiesen werden. Die Entdeckung solcher Skyrmionen in dünnen magnetischen Schichten und Multilagen, welche heutzutage in vielen technologischen Anwendungen bereits genutzt werden, und die Möglichkeit, diese Skyrmionen bereits mit geringen elektrischen Stromdichten zu bewegen, hat die Perspektive eröffnet, sie als Bits in neuartigen Datenspeichern zu verwenden.

Bislang wurden einzelne magnetische Wirbel entweder durch Elektronen-Mikroskopie oder durch Messung der Widerstandsänderung in einem Tunnelkontakt mit einer magnetischen Sonde nachgewiesen. Wissenschaftler der Universität Hamburg konnten nun mit Hilfe eines Rastertunnelmikroskops demonstrieren, dass sich der Widerstand auch dann ändert, wenn man bei der Messung ein nicht-magnetisches Metall verwendet. „In unserem Experiment können wir eine metallische Spitze mit atomarer Präzision über eine Oberfläche bewegen, und so den Widerstand eines Skyrmions an unterschiedlichen Positionen vermessen“, so Christian Hanneken, Doktorand in der Arbeitsgruppe von Prof. Roland Wiesendanger. Dadurch kann die ortsabhängige Widerstandsänderung im magnetischen Wirbel nachgewiesen werden. „Die beobachtete

**Sperrfrist: Nicht veröffentlichen vor 17.00 Uhr MESZ am Montag den 5. Oktober 2015.  
Bitte nicht auf Webseiten vor Aufhebung der Sperrfrist veröffentlichen.**

Widerstandsänderung kann bis zu 100 % betragen und erlaubt damit eine einfache Detektion von Skyrmionen“, wie Dr. Kirsten von Bergmann erläutert.

Zusammen mit theoretischen Physikern der Universität Kiel konnten die Forscher erklären, dass die Widerstandsänderung im magnetischen Wirbel aufgrund der Verkipfung der atomaren Stabmagnete von einem Atom zum nächsten zustande kommt (siehe Abbildung). Je größer der Winkel zwischen den benachbarten Stabmagneten ist, desto stärker ändert sich der elektrische Widerstand. „Elektronen besitzen einen Spin, wodurch sie mit der magnetischen Struktur wechselwirken“, so Prof. Stefan Heinze von der Universität Kiel. Wenn die Elektronen sich durch den magnetischen Wirbel bewegen, spüren sie die Verkipfung zwischen den atomaren Stabmagneten, wodurch sich der Widerstand des Materials lokal ändert. „Diesen Effekt konnten wir mittels aufwendiger numerischer Computersimulationen der elektronischen Eigenschaften verstehen und ein einfaches Modell für die Widerstandsänderung entwickeln“, wie der Doktorand Fabian Otte erläutert.

In zukünftigen Anwendungen könnte dieser neu entdeckte Effekt genutzt werden, um die Skyrmionenbits auf einfache Weise auszulesen. Die Möglichkeit, beliebige metallische Elektroden verwenden zu können, erleichtert dabei die Herstellung und den Betrieb der neuartigen Speicherelemente erheblich.

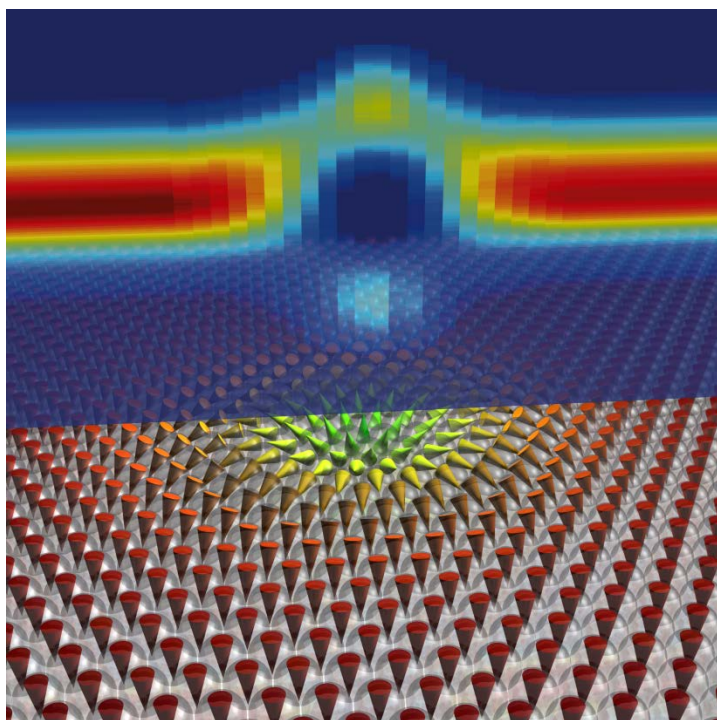


Abbildung: Magnetische Wirbel mit einem Durchmesser von nur wenigen Nanometern treten in einem dünnen Film aus Palladium und Eisen auf (unten, die Kegel repräsentieren einzelne Atome der Oberfläche und ihre Spitzen zeigen in die Richtung der atomaren Stabmagnete). Der Widerstand, gemessen mit einer metallischen Sonde direkt oberhalb der Oberfläche, ändert sich im Skyrmion verglichen mit der Umgebung (oben, experimentelle Daten entlang einer Schnittlinie durch ein Skyrmion, siehe Originalveröffentlichung). Die Widerstandsänderung erfolgt kontinuierlich, und hat den größten Wert, wenn die Verkipfung zwischen benachbarten atomaren Stabmagneten am stärksten ist, in diesem Fall im Zentrum des Skyrmions.  
(Bild: C. Hanneken, Universität Hamburg)

#### **Originalveröffentlichung:**

**Electrical detection of magnetic skyrmions by tunnelling non-collinear magnetoresistance,**

Christian Hanneken, Fabian Otte, André Kubetzka, Bertrand Dupé, Niklas Romming, Kirsten von Bergmann, Roland Wiesendanger und Stefan Heinze, Nature Nanotechnology, Online-Veröffentlichung vom 05.10.2015,

DOI: 10.1038/nnano.2015.218.

**Sperrfrist:** Nicht veröffentlichen vor 17.00 Uhr MESZ am Montag den 5. Oktober 2015.  
Bitte nicht auf Webseiten vor Aufhebung der Sperrfrist veröffentlichen.

**Forschungsförderung:**

DFG: SFB 668 und GrK 1286

**Weiterführende Internet-Seite:**

<http://www.nanoscience.de>

<http://www.sfb668.de>

**Weitere Informationen:**

Dr. Kirsten von Bergmann und

Dipl.-Chem. Heiko Fuchs

Universität Hamburg

Jungiusstr. 9A

20355 Hamburg

Tel.: (0 40) 4 28 38 - 62 95

Tel.: (0 40) 4 28 38 - 69 59

Fax.: (0 40) 4 28 38 - 24 09

E-Mail: [kbergman@physnet.uni-hamburg.de](mailto:kbergman@physnet.uni-hamburg.de)

E-Mail: [hfuchs@physnet.uni-hamburg.de](mailto:hfuchs@physnet.uni-hamburg.de)