

Universität Hamburg, Jungiusstr. 11, 20355 Hamburg

## Pressemitteilung

Sonderforschungsbereich 668  
Institut für Angewandte Physik  
Universität Hamburg  
Jungiusstr. 9a  
20355 Hamburg

Heiko Fuchs  
Öffentlichkeitsarbeit

Tel.: (0 40) 428 38 – 69 59  
Fax: (0 40) 428 38 – 24 09  
hfuchs@physnet.uni-hamburg.de

Hamburg, 19.10.2014

# Verknotete molekulare Magnete

## Effizienter Informationstransport durch organische Moleküle und Skyrmionen

**Auf der Suche nach neuen Konzepten für zukünftige Informationstechnologien ist es Wissenschaftlern der Universität Hamburg und des Forschungszentrums Jülich gelungen, molekulare Magnete über ein Gitter aus magnetischen Skyrmionen - eine Art magnetischer Knoten - zu koppeln und digitale Informationen zu übertragen. Wie die Fachzeitschrift "Nature Nanotechnology" in der Online-Ausgabe vom 19. Oktober 2014 berichtet, funktioniert der Informationstransport auch über längere Strecken. Dabei wird lediglich der Eigendrehimpuls von Elektronen - der sogenannte Spin - benutzt, wodurch die Daten-Übertragung im Gegensatz zu herkömmlichen elektronischen Bauteilen kaum Energie verbraucht und mit sehr hoher Geschwindigkeit abläuft.**

Getrieben von der rasanten Entwicklung der Informationstechnologie gerade im mobilen Bereich stößt die herkömmliche Halbleiter-Technologie bald an ihre Grenzen. Daher wird schon lange nach neuen effizienten Konzepten für den Informationstransport und die Informationsverarbeitung auf kleinstmöglicher Skala gesucht. Einen viel versprechenden Ansatz bietet die Nano-Spintronik, da hier nicht die Ladung der Elektronen genutzt wird, sondern nur deren "Spin". Dieser Elektronen-Spin ist eine quantenmechanische Eigenschaft und kann vereinfacht als Drehung der Elektronen um ihre eigene Achse verstanden werden. Bereits 2011 hatten Hamburger Physiker ein Spintronik-Logik-Element vorgestellt, das aus ein paar einzelnen Atomen aufgebaut ist, aber nur bei Temperaturen um den absoluten Nullpunkt (-273°C) funktioniert.

Also wurde nach „robusteren“ magnetischen Strukturen gesucht, die auch bei höheren Temperaturen stabil sind. Dazu boten sich die 2011 in Hamburg entdeckten magnetischen Skyrmionen auf einer Oberfläche an, die man sich als magnetische zweidimensionale Knoten vorstellen kann, bei denen sich die magnetischen Momente mit einem festen Drehsinn innerhalb einer Ebene um 360° drehen.

Doch wie lässt sich dieses Skyrmionengitter für den Datentransport und die Informationsverarbeitung nutzen?

Die Wissenschaftler wiederholten zunächst das Experiment von 2011 und erzeugten einen atomar dünnen Eisenfilm auf einer Iridium-Oberfläche. Das entstandene Skyrmionengitter ließ sich jedoch aufgrund seiner hohen Stabilität von außen nicht beeinflussen, noch konnte man Informationen weiterleiten. Um dieses Problem zu lösen, wurden kostengünstige und leicht zu präparierende organische Moleküle auf

das Skyrmionengitter aufgebracht. Die Moleküle verbanden sich mit den darunterliegenden Eisenatomen der Oberfläche zu molekularen Magneten, die sich ähnlich wie klassische Stabmagnete oder Kompassnadeln verhalten und sich z.B. mit Hilfe eines externen magnetischen Feldes ausrichten lassen. Wie es die Abbildung zeigt, konnten je nachdem, welche organischen Moleküle verwendet wurden, unterschiedlich große, maßgeschneiderte Ferromagnete erzeugt werden, die in etwa 10 - 100 Eisenatome beinhalten.

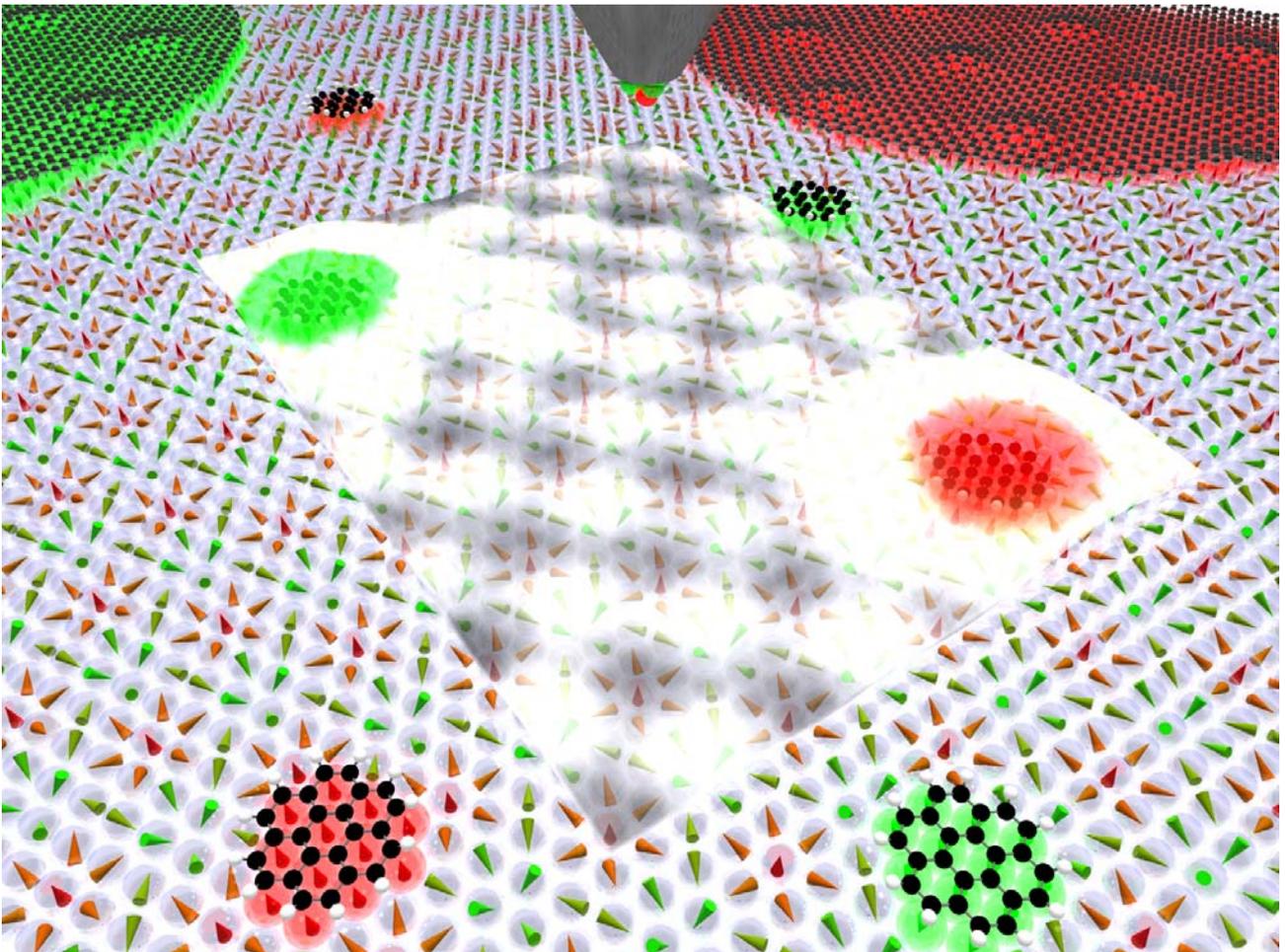


Abb.: Die Abbildung zeigt als Illustration das Skyrmionengitter und die Ferromagnete unter den organischen Molekülen kombiniert mit den realen Messdaten.

Obwohl die überraschend einfache und effiziente Methode des Maßschneiderns von Magneten auf Oberflächen bereits Potential für Anwendungen in Speichermedien besitzt, ist die bemerkenswerteste und für die Physiker interessanteste Beobachtung, dass sich die molekularen Magnete durch das Skyrmionengitter miteinander „verknöten“ lassen: dreht man die magnetische Ausrichtung eines molekularen Magneten mit Hilfe eines externen magnetischen Feldes um, so dreht sich ebenfalls die magnetische Ausrichtung eines weiteren, weit entfernten molekularen Magneten.

Mit dieser Methode lassen sich Informationen auch über längere Strecken sicher, schnell und energieeffizient übertragen, da der eigentliche Transport ohne elektrischen Strom abläuft. Auch sind mit diesem System logische Schaltkreise vorstellbar, die extrem energieeffizient, sehr schnell und unvorstellbar klein sein könnten. Außerdem hätte die Verwendung des Spins als Übermittler der Information einen weiteren Vorteil: es bleiben alle Informationen auch nach dem Ausschalten eines Bauteils erhalten, da diese magnetisch und nicht elektronisch gespeichert sind. Dies würde beim Starten eines Gerätes den lang-

wierigen Bootvorgang überflüssig machen, das System würde einfach weiter machen, als wäre es nie ausgeschaltet worden.

**Original Veröffentlichung:**

**Long-range magnetic coupling between nanoscale organic–metal hybrids mediated by a nanoskyrmion lattice**

J. Brede, N. Atodiresei, V. Caciuc, M. Bazarnik, A. Al-Zubi, S. Blügel, and R. Wiesendanger, Nature Nanotechnology (2014).

**Weiterführende Internet-Seite:**

<http://www.sfb668.de>

**Weitere Informationen:**

Prof. Dr. Roland Wiesendanger und  
Sonderforschungsbereich 668  
Universität Hamburg  
Jungiusstr. 11A  
20355 Hamburg

Tel.: (0 40) 4 28 38 - 52 44  
Fax.: (0 40) 4 28 38 - 24 09  
E-Mail: [wiesendanger@physnet.uni-hamburg.de](mailto:wiesendanger@physnet.uni-hamburg.de)  
URL: <http://www.nanoscience.de>