

Pressemitteilung

Karlsruher Institut für Technologie

Monika Landgraf

02.06.2016

<http://idw-online.de/de/news653532>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Chemie, Elektrotechnik, Informationstechnik, Mathematik, Physik / Astronomie
überregional



Was den Spin zum Umklappen bringt

Der Einstein-de Haas Effekt zeigt, dass der Magnetismus auf den Drehimpuls von Elektronen zurückgeht, und gilt als makroskopischer Nachweis des Elektronenspins. Forscher am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und am Institut Néel des CNRS Grenoble haben diesen Effekt nun erstmals auf der Ebene eines einzelnen Spins untersucht und als „Quanten Einstein-de Haas Effekt“ neu formuliert. Über ihre Arbeit berichten sie in der Zeitschrift Nature Communications (DOI: 10.1038/ncomms11443).

Quantenobjekte besitzen Eigenschaften, die sie wesentlich von makroskopischen Objekten unterscheiden. Demnach verhalten sich Elektronen wie winzig kleine Magnete, bei denen ein Pol nach oben weist. Unter bestimmten Bedingungen kann der Spin umklappen und das Teilchen seine Rotationsrichtung ändern. Wissenschaftler formulierten Anfang des 20. Jahrhunderts die Gesetze, die das Verhalten von quantenphysikalischen Objekten im Unterschied zu Objekten der klassischen Physik beschreiben. So führte Albert Einstein 1915 gemeinsam mit dem niederländischen Physiker Wander Johannes de Haas ein Experiment durch, in dem ein von einer elektrischen Spule umschlossener magnetisierbarer Stab beim Einschalten eines elektrischen Stroms eine Rotation erfährt. Diese Beobachtung beweist, dass der erzeugte Magnetismus auf den Eigendrehimpuls der inhärenten Elektronen des Stabmaterials zurückzuführen ist. Sie gilt als makroskopischer Nachweis des Elektronenspins und wurde als Einstein-de Haas Effekt bekannt.

Was aber geschieht, wenn das magnetische Material, das im oben beschriebenen Experiment aus einer großen Zahl von Elektronenspins besteht, auf einen einzigen Spin – den Spin eines Quantenmagneten – reduziert wird? Dieser Frage gingen Forscher des KIT und des Institut Néel des Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) in Grenoble/Frankreich nach: Sie befestigten ein magnetisches Molekül auf einer Kohlenstoffnanoröhre und maßen den Stromfluss durch diese Anordnung unter Änderung des externen Magnetfelds. Wie die Wissenschaftler nun in der Zeitschrift Nature Communications berichten, wiesen sie damit nach, dass das Umkippen des magnetischen Moments des Quantenmagneten von den mechanischen Eigenschaften der Kohlenstoffnanoröhre bestimmt wird. „Nur wenn der Spin mit einem Phonon mit der richtigen Energie koppelt, kann er umklappen“, erklärt Professor Mario Ruben, Leiter des Arbeitskreises Molekulare Materialien am Institut für Nanotechnologie (INT) und Institut für Anorganische Chemie (AOC) des KIT.

Diesen Zusammenhang formulierten die Forscher nun neu als „Quanten Einstein-de Haas Effekt“ für die Nanowelt der Quantenmagnete. Einer der beteiligten Wissenschaftler, Professor Wolfgang Wernsdorfer, kehrt am 1. Juni dieses Jahres vom Institut Néel in Grenoble nach Deutschland zurück und baut im Rahmen einer Humboldt-Professur am KIT ein bis jetzt einzigartiges Zentrum für molekulare Quantenspintronik auf. Damit ist es nun möglich, bahnbrechende Arbeiten zu Elektronik, Spinphysik und Quantencomputing am KIT durchzuführen. Eines der Ziele ist, die ersten Bauteile für Quantencomputer herzustellen – ultraschnelle und energieeffiziente Computer, die auf magnetischen Molekülen und

Kernspins basieren.

Marc Ganzhorn, Svetlana Klyatskaya, Mario Ruben & Wolfgang Wernsdorfer: Quantum Einstein-de Haas effect. Nature Communications, 2016. DOI: 10.1038/ncomms11443

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) verbindet seine drei Kernaufgaben Forschung, Lehre und Innovation zu einer Mission. Mit rund 9 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie 25 000 Studierenden ist das KIT eine der großen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Forschungs- und Lehrinrichtungen Europas.

KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

Das KIT ist seit 2010 als familiengerechte Hochschule zertifiziert.

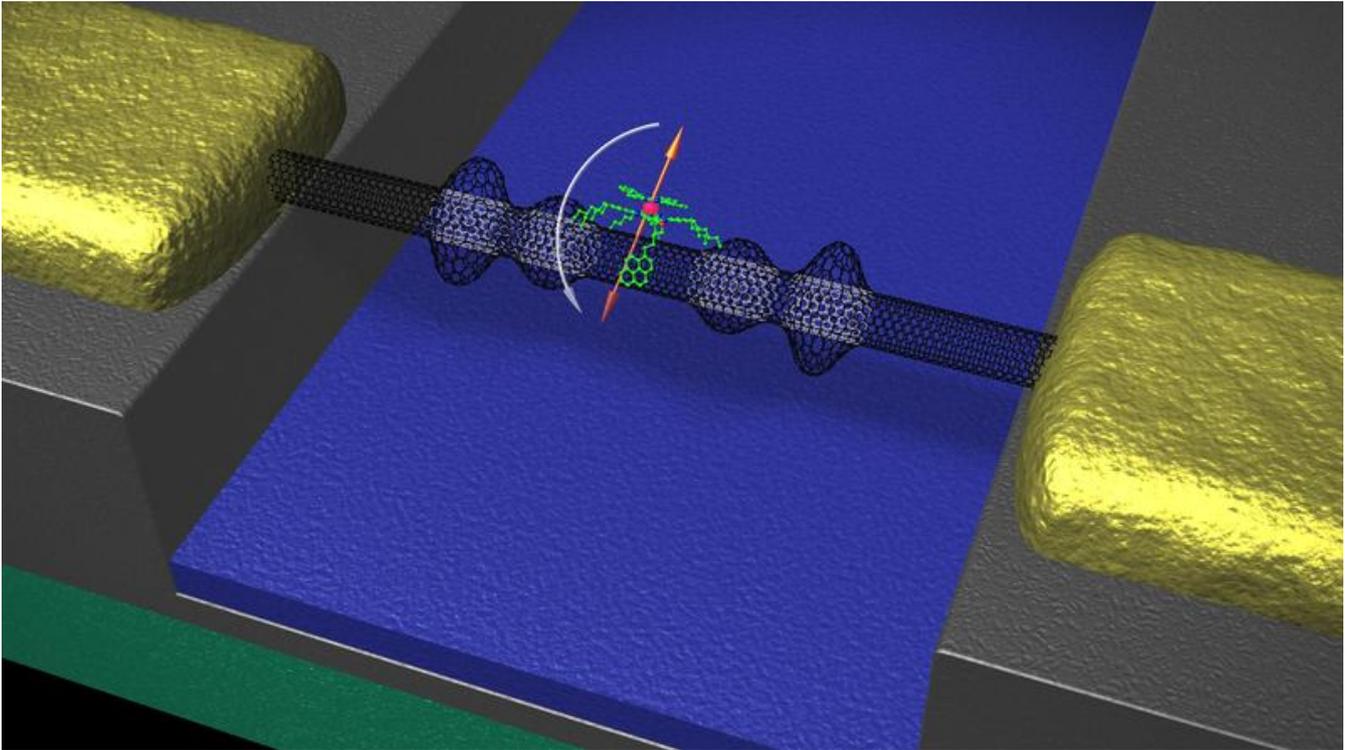
Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter: www.kit.edu

Anhang Was den Spin zum Umlappen bringt <http://idw-online.de/de/attachment49956>

Ergänzung vom 02.06.2016:

Kontakt:

Monika Landgraf, Pressesprecherin, Leitung Presse, Tel.: +49 721 608-48126, Fax: +49 721 608-43658, monika.landgraf@kit.edu



Die mechanischen Eigenschaften der Kohlenstoffnanoröhre (schwarz) bestimmen das Umklappen des Spins (orange) eines Moleküls (grün und rot).
Abbildung: Christian Grupe/KIT