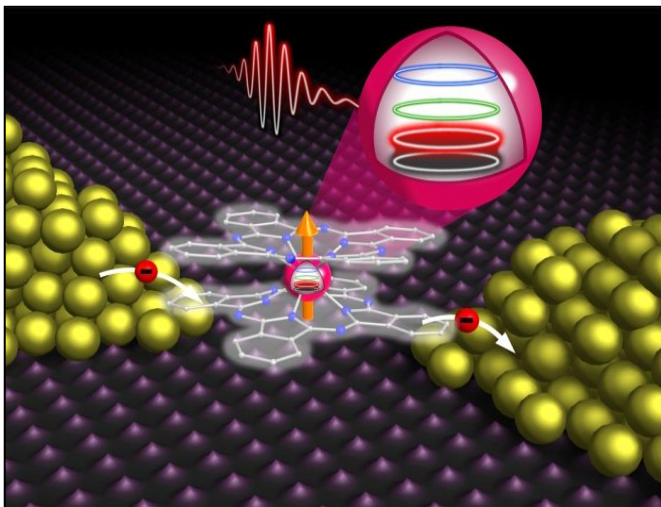


Kernspins elektrisch manipuliert

Schnelles und gezieltes Schalten von Quantenbits – Publikation in der Zeitschrift Science



Einzelmolekül-Magnet, bestehend aus einem Metallion und kontaktierenden organischen Molekülen, zwischen Elektroden. Die Kernspinzustände (farbige Kreise) lassen sich elektrisch manipulieren und auslesen. (Abbildung: C. Grupe, KIT)

Ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum Quantencomputer ist Forschern des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) mit Partnern aus Frankreich gelungen: An einem Einzelmolekül-Magneten demonstrierten die Wissenschaftler, wie sich Kernspins mit elektrischen Feldern manipulieren lassen. Die elektrische Manipulation ermöglicht ein schnelles und gezieltes Schalten von Quantenbits. Über die Ergebnisse ihrer Experimente berichten die Wissenschaftler im Magazin Science. (DOI: 10.1126/science.1249802)

Einen Quantencomputer zu verwirklichen, ist eines der ehrgeizigsten Ziele der Nanotechnologie. Ein solcher Computer, der auf quantenmechanischen Prinzipien basiert, soll Aufgaben wesentlich effizienter lösen als ein klassischer Computer: Während dieser mit Bits arbeitet, die den Wert Null oder Eins annehmen können, nutzt ein Quantencomputer als kleinste Recheneinheit sogenannte Quantenbits, kurz Qubits, bei denen es auch Werte dazwischen gibt. Als Qubits eignen sich unter anderem Kernspins, das heißt Eigendreh-

Monika Landgraf
Pressesprecherin

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-47414
Fax: +49 721 608-43658
E-Mail: presse@kit.edu

Weiterer Kontakt:

Kosta Schinarakis
PKM – Themenscout
Tel.: +49 721 608 41956
Fax: +49 721 608 43658
E-Mail: schinarakis@kit.edu

impulse von Atomkernen. Sie richten sich relativ zu einem Magnetfeld entweder nach oben (Up) oder nach unten (Down) aus. Durch Verschränkung von Qubits untereinander entstehen gemischte Quantenzustände, die es ermöglichen, viele Rechenschritte parallel auszuführen.

Um kernspinbasierte Qubits in elektronische Schaltungen zu integrieren und dort gezielt in neuartigen Informationsprozessen anzu steuern, ist es erforderlich, Kernspins gezielt elektrisch manipulieren zu können. Einer Gruppe von Wissenschaftlern des KIT und des Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) in Grenoble und Straßburg ist nun erstmals eine rein elektrische Manipulation eines einzelnen Kernspins gelungen. „Der Einsatz von elektrischen anstelle von magnetischen Feldern bereitet den Weg zur Adressierung von Kernspinquantenzuständen in herkömmlichen elektronischen Schaltkreisen“, erklärt Professor Mario Ruben, Leiter der Forschungsgruppe Molekulare Materialien am Institut für Nanotechnologie (INT) des KIT. „Die gezielte Manipulation von Quantenzuständen kann dort durch sogenannte Verschiebungsströme erfolgen und anschließend direkt elektronisch ausgelesen werden.“

Für ihre Experimente setzten die Forscher einen Kernspin-Qubit-Transistor ein, bestehend aus einem Einzelmolekül-Magneten, der mit drei Elektroden (Source, Drain und Gate) verbunden ist. Bei dem Einzelmolekül-Magnet handelt es sich um ein TbPc₂-Molekül – ein einzelnes Metallion aus Terbium, umhüllt von organischen Phthalocyanin-Molekülen aus Kohlenstoff-, Stickstoff- und Wasserstoffatomen, wobei die organischen Liganden eine leitende Brücke zwischen Elektroden einerseits und dem Kernspin andererseits aufspannen. Diese Brücke wird physikalisch vom sogenannten Hyperfein-Stark-Effekt geschlagen, der das elektrische Feld in ein lokales magnetisches Feld transformiert. Dieser quantenmechanische Prozess lässt sich auf alle Kernspinsysteme übertragen und eröffnet somit generell neuartige Perspektiven, die Quanteneffekte in elektronische Schaltkreise zu integrieren.

Stefan Thiele, Franck Balestro, Rafik Ballou, Svetlana Klyatskaya, Mario Ruben, Wolfgang Wernsdorfer: Electrically driven nuclear spin resonance in single-molecule magnets. Science 6 June 2014, Vol. 344, # 6188. DOI: 10.1126/science.1249802

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts nach den Gesetzen des Landes Baden-Württemberg. Es nimmt sowohl die Mission einer Universität als auch die Mission eines nationalen Forschungszentrums in der Helmholtz-Gemeinschaft wahr. Thematische

Schwerpunkte der Forschung sind Energie, natürliche und gebaute Umwelt sowie Gesellschaft und Technik, von fundamentalen Fragen bis zur Anwendung. Mit rund 9000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, darunter knapp 6000 in Wissenschaft und Lehre, sowie 24 000 Studierenden ist das KIT eine der größten Forschungs- und Lehreinrichtungen Europas. Das KIT verfolgt seine Aufgaben im Wissensdreieck Forschung – Lehre – Innovation.

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

Das Foto steht in druckfähiger Qualität auf www.kit.edu zum Download bereit und kann angefordert werden unter: presse@kit.edu oder +49 721 608-47414. Die Verwendung des Bildes ist ausschließlich in dem oben genannten Zusammenhang gestattet.