

Schnüre aus Nanowirbeln in der Skymionen-Forschung entdeckt

Kategorie: [Forschung](#), [Herstellung](#), [Organisation und Service](#)

Datum: 8. Oktober 2021

Es wurde ein neues physikalisches Phänomen von einem Team von Wissenschaftlern aus Deutschland, Schweden und China entdeckt: komplexe schnurförmige Strukturen aus Skymionen, winzigen Magnetwirbeln. Skymionen waren vor gut 10 Jahren erstmals experimentell nachgewiesen worden und sind seitdem Gegenstand zahlreicher Untersuchungen und eine mögliche Grundlage für innovative Konzepte für eine Informationsverarbeitung mit höherer Leistung und weniger Energieverbrauch. Außerdem beeinflussen Skymionen die magnetoresistiven und thermodynamischen Eigenschaften eines Materials. Die Entdeckung hat deshalb Relevanz sowohl für die angewandte Forschung als auch für die Grundlagenforschung.

Schnüre, Fäden und Zopfstrukturen sind allgegenwärtig: vom Schnürband im Schuh über den Wollfaden im Pullover, den Zopf auf dem Kopf bis zu dem Stahlseil, das so manche Brücke trägt. Auch in der Natur sind solche Strukturen ein verbreitetes Muster, das etwa Pflanzenfasern Zug- oder Biegefestigkeit verleihen kann. Physiker des Forschungszentrums Jülich und ihre Teamkollegen aus Stockholm und Hefei entdeckten nun solche Strukturen im Nanomaßstab in Legierungen aus Eisen und dem Halbmetall Germanium.

Die Nanoschnüre bestehen aus jeweils mehreren Skymionen, die mehr oder weniger stark miteinander verdrillt sind, wie die Stränge eines Taus. Skymionen wiederum bestehen aus magnetischen Momenten, die in unterschiedliche Richtungen zeigen und zusammen die Form eines langgezogenen winzigen Wirbels einnehmen. Jeder einzelne Skymionstrang hat weniger als einen Mikrometer Durchmesser. Die Länge der Magnetstrukturen wird nur durch die Dicke der Proben begrenzt; sie reichen von einer Oberfläche der Proben bis zur gegenüberliegenden.

Frühere Untersuchungen anderer Wissenschaftler hatten ergeben, dass solche Fäden weitgehend linear, fast stabförmig, geformt sind. Doch die ultrahochoflösenden mikroskopischen Untersuchungen am Ernst Ruska-Centrum in Jülich und die theoretischen Untersuchungen am Jülicher Peter Grünberg Institut zeigten ein vielfältigeres Bild: Tatsächlich können die Fäden sich in verschiedenem Ausmaß miteinander verdrillen. Die komplexen Formen stabilisieren die Magnetstrukturen, so die Forscher. Das macht sie besonders interessant für Anwendungen.

„Die Mathematik kennt eine große Vielfalt solcher Strukturen. Nun wissen wir, dass sich dieses theoretische Wissen in reale physikalische Phänomene umsetzen lässt. Solche Strukturen im Inneren magnetischer Festkörper lassen einzigartige elektrische und magnetische Eigenschaften erwarten. Weitere Forschung ist jedoch nötig, um dies zu verifizieren.“

- Dr Nikolai Kiselev

Als Erklärung für die Diskrepanz ihrer Untersuchungen zu den bisherigen verweist der Forscher darauf, dass ultrahochoflösende elektronenmikroskopische Untersuchungen nicht einfach ein Abbild der Probe liefern, wie man es etwa von einem Lichtmikroskop kennt. Denn bei der Wechselwirkung der hochenergetischen Elektronen mit denen der Probe kommen quantenmechanische Phänomene ins Spiel.

„Es ist gut vorstellbar, dass auch andere Forscher schon diese Strukturen unter dem Mikroskop gesehen

PHARMATECHNIK-ONLINE

Das Fachportal für die pharmazeutische Industrie
<https://www.pharmatechnik-online.com>

haben, aber nicht interpretieren konnten. Denn aus den gewonnenen Daten kann man nicht direkt auf die Verteilung der Magnetisierungsrichtungen in der Probe zurückschließen. Stattdessen ist es nötig, ein theoretisches Modell der Probe zu erstellen und daraus quasi ein elektronenmikroskopisches Abbild zu erzeugen“, erläutert Kiselev. „Stimmen theoretisches und experimentelles Bild überein, kann man schlussfolgern, dass das Modell in der Lage ist, die Realität abzubilden.“ Bei solchen ultrahochauflösenden Analysen gehört das Forschungszentrum Jülich mit dem Ernst Ruska-Centrum zu den führenden Institutionen weltweit.