

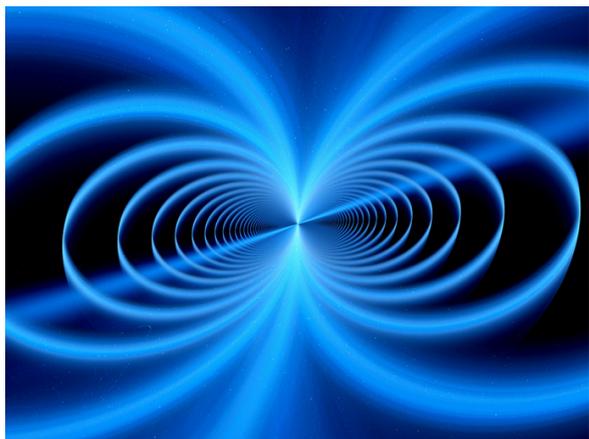
 Inhalt archiviert am 2024-04-19

Die Untersuchung magnetischer Strukturen mit Instrumenten auf Diamantbasis

Mittels magnetischer Bildgebung auf Diamantbasis konnte ein von der EU unterstütztes Forschungsteam sowohl die Magnetisierung eines Materials als auch die daraus resultierenden magnetischen Streufelder erkennen.



GRUNDLAGENFORSCHUNG



© sakkmasterke, Shutterstock

Es gibt einen Grund, warum die Wissenschaft das Verhalten von Spins und Ladungen in magnetischen Systemen untersucht. Das Wissen um das Verhalten dieser Eigenschaften wird zur Entwicklung schnellerer, kleinerer und energieeffizienterer Magnettechnologien beitragen. Zwar kommen bei der Untersuchung magnetischer Strukturen zahlreiche leistungsstarke Verfahren zum Einsatz, doch die meisten von ihnen haben restriktive Nachteile.

Eine Technologie, die sich zunehmend zu einer hochempfindlichen und vielseitigen Möglichkeit zur Erforschung magnetischer Systeme entwickelt, ist die Magnetometrie, die auf dem Elektronenspin von Stickstoff-Fehlstellen in Diamanten beruht. Magnetometer auf Diamantbasis sind sowohl bei kryogenen Temperaturen als auch oberhalb der Raumtemperatur funktionsfähig, haben einen dynamischen Bereich, der von Gleichstrom bis Gigahertz reicht, und ermöglichen Sensor-Proben-Abstände im Nanometerbereich. Daher können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dank der auf Stickstoff-Fehlstellen basierenden Magnetometrie statische und dynamische magnetische sowie elektronische Phänomene mit einer räumlichen Auflösung im Nanobereich untersuchen.

Anhand dieser Technologie konnte ein internationales Forschungsteam ein

Bildgebungsverfahren vorstellen, das sowohl die Erkennung der Magnetisierung als auch der daraus resultierenden magnetischen Streufelder ermöglicht. Bei dem besagten Verfahren handelt es sich um eine Weitfeld-Magnetbildgebung mit kombinierten magneto-optischen Erkennungsmöglichkeiten. Mit Unterstützung durch die EU-finanzierten Projekte ASTERIQS und 3D MAGiC nutzte das Team dieses System, um Magnetstreifendomänen in mehrschichtigen ferromagnetischen Strukturen abzubilden. Ihre [Erkenntnisse](#) wurden in der Fachzeitschrift „Physical Review Applied“ veröffentlicht.

Geleitet wurde die Forschung von Dmitry Budker, einem Physiker von der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, der auch Dark-OsT leitete – ein EU-finanziertes Projekt, das sich die Magnetometrie ebenfalls zunutze macht, allerdings um Signaturen vom Dunklen Sektor aufzuspüren. Das in der vorliegenden Forschung genutzte Bildgebungssystem „besteht aus einem polarisationssensitiven Epifluoreszenzmikroskop, das einen Diamantsensor beinhaltet und die für die Magnetometermessungen erforderliche Strahlung nutzt, um den [magneto-optischen Kerr-Effekt \(MOKE\)](#) zu messen“, schreiben die Autorinnen und Autoren in der Studie. „Ein solches Instrument“, heißt es weiter, „ermöglicht ein kombiniertes Erfassen der Magnetisierung und der daraus resultierenden magnetischen Streufelder, während es magnetisch nichtperturbativ ist und über einen großen Temperaturbereich hinweg betrieben werden kann, wodurch es für die Untersuchung magnetischer Strukturen und ihrer Dynamik unter verschiedensten Umgebungsbedingungen ideal geeignet ist.“ Dank MOKE-Messungen können magnetische Momente indirekt erkannt werden – über Veränderungen bei der Polarisation von Licht, wenn dieses von einer magnetischen Oberfläche reflektiert wird. Das Polarisationssignal wird anschließend durch die Kerr-Konstante des Materials in eine Magnetisierung umgewandelt.

Ausbau aktueller Verfahren

Indem es gezeigt hat, wie sich durch das Hinzufügen der Polarisationsanalyse auch Informationen über die Magnetisierung der Probe einbeziehen lassen, konnte das Forschungsteam die jüngsten auf Stickstoff-Fehlstellen beruhenden magnetischen Bildgebungsverfahren erweitern, die zur Untersuchung magnetischer Systeme genutzt werden. „Ein Ausbau der aktuellen experimentellen Verfahren ist sowohl bei der MOKE-Bildgebung als auch der Bildgebung möglich, die sich auf Stickstoff-Fehlstellen stützt“, haben die Autorinnen und Autoren beobachtet. „So lässt sich Letztere beispielweise auf den Null-Feld-Bereich ausdehnen ... oder sogar in einem [Mikrowellen]-freien Verfahren nutzen. Darüber hinaus ... lässt sich die Forschung ... auch auf die Messung von longitudinalen und transversalen MOKEs ausweiten, d. h. die Messung von Magnetisierungen in der Ebene, indem die Probe schräg beleuchtet wird. ... Vor allem aber ermöglicht die abgewinkelte Beleuchtung eine gleichzeitige Erfassung von Stickstoff-Fehlstellen- sowie MOKE-Bildern, da der reflektierte Strahl

und die Fluoreszenz nun in verschiedenen Bereichen der Kamera erkannt werden (oder auf ihren jeweiligen optischen Wegen unabhängig voneinander abgebildet werden).“ Diese Arbeit könnten zu neuen Erkenntnissen über die Physik der kondensierten Materie und ferromagnetische Strukturen führen.

ASTERIQS (Advancing Science and TEchnology thRough dIamond Quantum Sensing) und Dark-OsT (Experimental Searches for Oscillating and Transient effects from the Dark Sector) enden 2021. 3D MAGiC (Three-dimensional magnetization textures: Discovery and control on the nanoscale) läuft bis Juni 2026.

Weitere Informationen:

[ASTERIQS-Projektwebsite](#) 

[3D MAGiC-Projekt](#)

[Dark-OsT-Projekt](#) 

Schlüsselbegriffe

[ASTERIQS](#)

[3D MAGiC](#)

[Dark-OsT](#)

[magnetisch](#)

[N-V](#)

[Stickstoff-Fehlstellen](#)

[Diamant](#)

[Magnetometrie](#)

Verwandte Projekte



European Research Council
Established by the European Commission

Three-dimensional magnetization textures: Discovery and control on the nanoscale

3D MAGiC

17 Februar 2025

PROJEKT



European Research Council
Established by the European Commission

Experimental Searches for Oscillating and Transient effects from the Dark Sector

Dark-OsT

25 Juli 2022

PROJEKT



Advancing Science and TEchnology thROUGH dlamond Quantum Sensing

ASTERIQS

11 Dezember 2023

PROJEKT

Verwandte Artikel



NACHRICHTEN

WISSENSCHAFTLICHE FORTSCHRITTE

Wie mit dem magnetoelastischen Effekt die magnetischen Eigenschaften von Nanoelementen geregelt werden können

9 November 2017



Skymionen auf unkonventionelle Art scannen



25 Januar 2017



Neue Plattform für Mikrowellenmikroskopie treibt Entwicklung hochwertiger Halbleitermaterialien voran



12 März 2021



Ein Schritt nach vorn in der topologischen Quantenberechnung



18 April 2018

Letzte Aktualisierung: 10 Mai 2021

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/429966-exploring-magnetic-structures-with-diamond-based-instruments/de>

European Union, 2025