

Press release**Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg****Ronja Münch**

08/19/2020

<http://idw-online.de/en/news752743>Research results
Physics / astronomy
transregional, nationalMARTIN-LUTHER
UNIVERSITÄT
HALLE-WITTENBERG**Ultraschnelle Elektronen in magnetischen Oxiden: Neue Wege für die Spintronik?**

Spezielle Metalloxide könnten künftig gängige Halbleitermaterialien ersetzen, die heute zum Beispiel in Prozessoren eingesetzt werden. Einem internationalen Forscherteam der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU), der TU Kaiserslautern und der Universität Fribourg in der Schweiz ist hierfür ein wichtiger Schritt gelungen: Sie konnten erstmals beobachten, wie eine elektronische Ladungsanregung die Spins der Elektronen in Metalloxiden ultraschnell und phasengleich verändert. Die Studie wurde in der Fachzeitschrift "Nature Communications" veröffentlicht.

In der modernen Halbleiterelektronik ist das Anheben von Elektronen über die sogenannte Bandlücke des Halbleiters der zentrale erste Schritt in jedem Transistor: Elektronen müssen sich durch ein eigentlich nichtleitendes Material bewegen. "Nach der Anregung über die Bandlücke erzeugen die bewegten elektrischen Ladungen der Elektronen die Ströme, die zur Informationsverarbeitung verwendet werden, die aber auch jeden Prozessor heiß werden lassen und so zu Energieverlusten führen", erklärt Prof. Dr. Wolf Widdra vom Institut für Physik der MLU.

Die Spintronik versucht, dieses Problem mit Hilfe des sogenannten Spins zu lösen. Dabei handelt es sich um den Eigendrehimpuls eines Elektrons, der ein magnetisches Moment bewirkt und so den Magnetismus erzeugt, der für die Informationsverarbeitung genutzt werden soll. Kopplungen von elektronischen und magnetischen Eigenschaften bestimmen dabei die Funktionsweise. "Eine wichtige Materialklasse für die Spintronik sind magnetische Oxide, da sie nur magnetische Informationen, aber keine Elektronenströme, weiterleiten", sagt Widdra, der die Studie im Rahmen des gemeinsamen Sonderforschungsbereichs SFB/TRR 227 "Ultraschnelle Spindynamik" der MLU und der Freien Universität Berlin, leitete. Bislang war jedoch kaum verstanden, wie die Übertragung des Elektrons über die Bandlücke an die Spins des magnetischen Oxides ankoppelt. Dem Team ist es nun gelungen, diesen Vorgang zu beobachten und dafür eine neue Theorie zu entwickeln. Hierfür arbeiteten verschiedene Gruppen aus der theoretischen und der experimentellen Physik zusammen.

Mit Hilfe eines modernen Ultrakurzpulslasers konnten die Forscher ein Elektron so anregen, dass es in Nickeloxid über die Bandlücke gehoben wird und auch beobachten, wie die Information dann in das magnetische System übertragen wird. So konnte das Team einen bislang unbekanntem ultraschnellen Kopplungsmechanismus identifizieren, der auf der Skala von Femtosekunden abläuft, also dem Billiardsten Teil einer Sekunde. "Die komplizierten Vielteilcheneigenschaften, die durch die Anregung des Elektrons durch den Laser entstehen, haben uns diese überraschende Beobachtung beschert, aber auch ein langes Kopfzerbrechen für die richtige Deutung", sagt Widdra weiter.

Die Erkenntnisse bereiten nun die Grundlage für eine ultraschnelle Spintronik, so der Physiker. Langfristig soll das dabei helfen, neue ultraschnelle Speichersysteme und Informationstechnologien zu entwickeln.

Die Studie wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung und dem Europäischen Forschungsrat gefördert.

contact for scientific information:

Prof. Dr. Wolf Widdra
Institut für Physik / Oberflächen- und Grenzflächenphysik / MLU
SFB/TRR 227 "Ultraschnelle Spindynamik"
Telefon: +49 345 55-25360
E-Mail: wolf.widdra@physik.uni-halle.de

Original publication:

Gillmeister, K. et al. Ultrafast coupled charge and spin dynamics in strongly correlated NiO. Nature Communications (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17925-8>