

## Pressemitteilung

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH

Dr. Antonia Rötger

20.09.2024

<http://idw-online.de/de/news840059>

Forschungsergebnisse  
Physik / Astronomie  
überregional



## BESSY II: Heterostrukturen für die Spintronik

**Spintronische Bauelemente arbeiten mit magnetischen Strukturen, die durch quantenphysikalische Wechselwirkungen hervorgerufen werden. Nun hat eine Spanisch-Deutsche Kooperation Heterostrukturen aus Graphen-Kobalt-Iridium an BESSY II untersucht. Die Ergebnisse belegen, wie sich in diesen Heterostrukturen zwei erwünschte quantenphysikalische Effekte gegenseitig verstärken. Dies könnte zu neuen spintronischen Bauelementen aus solchen Heterostrukturen führen.**

Die Spintronik nutzt die Spins von Elektronen, um logische Operationen durchzuführen oder Informationen zu speichern. Spintronische Bauelemente könnten im Idealfall schneller und energieeffizienter arbeiten als die gängigen Halbleiter-Bauelemente. Allerdings ist es noch immer schwierig, Spin-Strukturen in Materialien gezielt zu erzeugen und zu manipulieren.

Als interessanter Kandidat für spintronische Anwendungen gilt Graphen, eine zweidimensional vernetzte Bienenwabenstruktur aus Kohlenstoffatomen. Graphen wird üblicherweise auf eine Dünnschicht aus einem Schwermetall aufgetragen. An der Grenzschicht zwischen Graphen und Schwermetall entwickelt sich eine starke Spin-Bahn-Kopplung, was unterschiedliche Quanteneffekte ermöglicht, darunter auch eine Spin-Bahn-Aufspaltung der Energieniveaus (Rashba-Effekt) und eine „Verkantung“ bei der Ausrichtung der Spins (Dzyaloshinskii-Moriya-Wechselwirkung). Speziell dieser letzte Effekt wird benötigt, um wirbelartige Spin-Strukturen zu stabilisieren, so genannte Skyrmionen, die für die Spintronik besonders geeignet sind.

Nun aber hat ein Spanisch-Deutsches Team gezeigt, dass sich diese Effekte deutlich verstärken, wenn zwischen Graphen und Schwermetall-Substrat (hier: Iridium) noch einige Monolagen aus dem ferromagnetischen Element Kobalt eingefügt werden. Die Proben wurden auf isolierenden Substraten gezüchtet, was eine notwendige Voraussetzung für die Implementierung multifunktionaler Spintronik-Bauelemente ist, die diese Effekte nutzen.

„Wir haben an BESSY II die elektronischen Spektren an den Grenzflächen zwischen Graphen, Kobalt und Iridium genau analysiert“, sagt Dr. Jaime Sanchez-Barriga, Physiker am HZB. Die wichtigste Erkenntnis: Wider Erwarten wechselwirkt das Graphen nicht nur mit dem Kobalt, sondern auch durch das Kobalt hindurch mit dem Iridium. „Die Wechselwirkung zwischen Graphen und dem Schwermetall Iridium wird durch die ferromagnetische Kobalt-Schicht vermittelt“, erklärt Sánchez-Barriga. Dabei verstärkt die ferromagnetische Schicht die Aufspaltung der Energieniveaus. „Wir können den Effekt der Spin-Verkantung durch die Anzahl der Kobalt-Monolagen beeinflussen, optimal sind drei Monolagen“, sagt Sánchez-Barriga.

Dieses Ergebnis wird nicht nur durch die Messergebnisse gestützt, sondern auch durch neue Berechnungen im Rahmen der Dichtefunktionaltheorie. Dass sich beide Quanteneffekte gegenseitig beeinflussen und verstärken, ist neu und

unerwartet.

„Diese neuen Erkenntnisse konnten wir nur deshalb gewinnen, weil an BESSY II extrem hochauflösende und empfindliche Instrumente zur Verfügung stehen, um Photoemissionsspektren mit Spin-Auflösung zu messen (SPIN-ARPES)“, betont Prof. Oliver Rader, der die Abteilung Spin und Topologie in Quantenmaterialien am HZB leitet. „Dies führt zu der glücklichen Situation, dass wir die vermutete Ursache für die Verkantung der Spins, d. h. die Spin-Bahn-Aufspaltung vom Rashba-Typ, sehr genau bestimmen können, wahrscheinlich sogar genauer als die Spin-Verkantung selbst“. Instrumente mit diesen Möglichkeiten gibt es weltweit nur an sehr wenigen Einrichtungen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Heterostrukturen auf Basis von Graphen ein großes Potential für die nächste Generation von spintronischen Bauelementen besitzen.

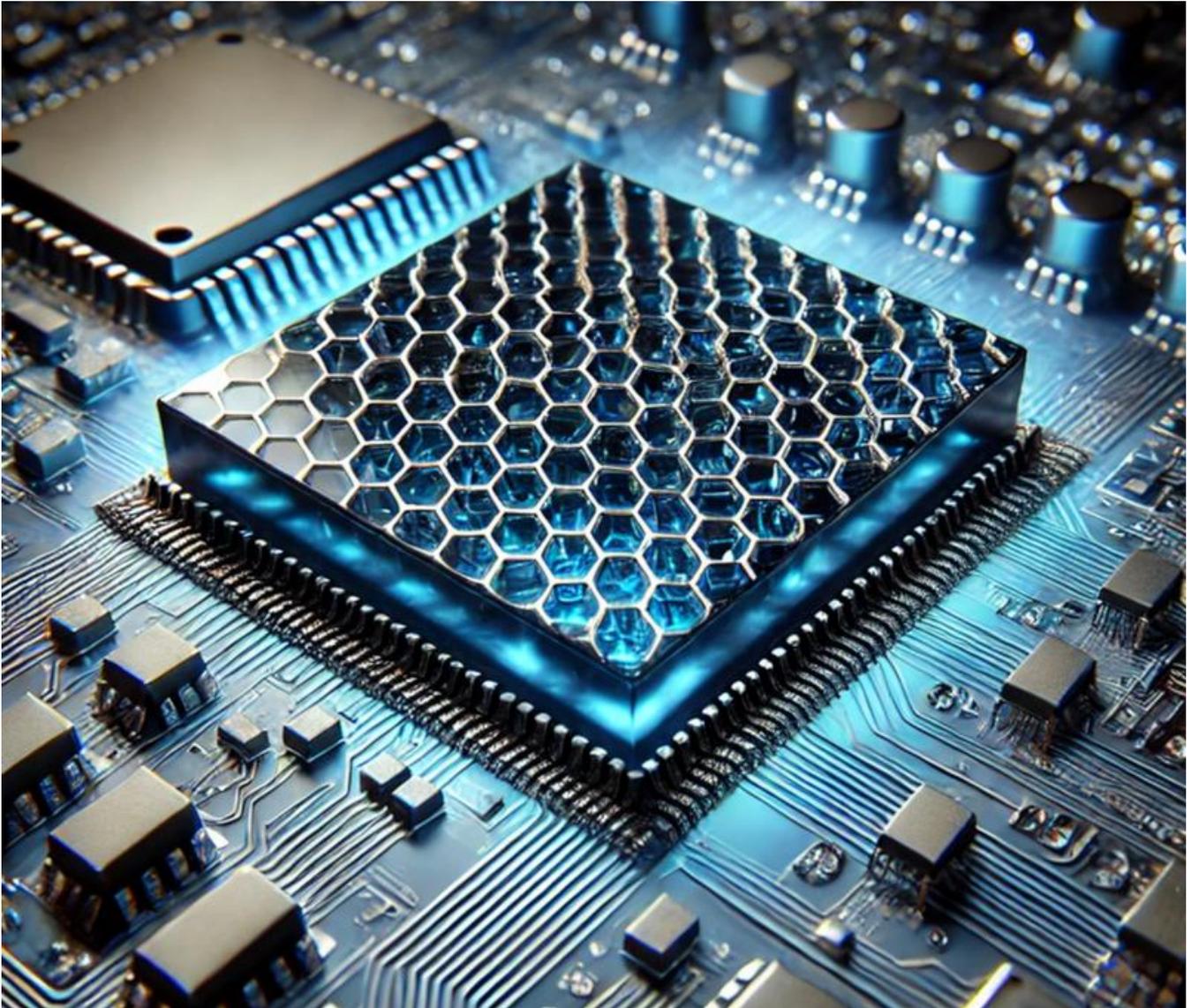
Originalpublikation:

ACS Nano (2024): Rashba-like Spin Textures in Graphene Promoted by Ferromagnet-Mediated Electronic Hybridization with a Heavy Metal

Beatriz Muñoz Cano, Adrián Gudín, Jaime Sánchez-Barriga, Oliver Clark, Alberto Anadón, Jose Manuel Díez, Pablo Olleros-Rodríguez, Fernando Ajejas, Iciar Arnay, Matteo Jugovac, Julien Rault, Patrick Le Fevre, François Bertran, Donya Mazhjo, Gustav Bihlmayer, Oliver Rader, Stefan Blügel, Rodolfo Miranda, Julio Camarero, Miguel Angel Valbuena, and Paolo Perna

DOI: 10.1021/acsnano.4c02154

URL zur Pressemitteilung: [http://Wiss.Ansprechpartner.finden.Sie.auf.unserer.Webseite:https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news\\_seite?nid=27886&sprache;=de&seitenid;=1](http://Wiss.Ansprechpartner.finden.Sie.auf.unserer.Webseite:https://www.helmholtz-berlin.de/pubbin/news_seite?nid=27886&sprache;=de&seitenid;=1)



Symbolische Illustration einer Graphenschicht auf einem Mikrochip. Graphen könnte in Kombination mit einer Schwermetall-Dünnschicht und ferromagnetischen Monolagen spintronische Bauelemente ermöglichen.  
CC-SA by Dall-E/arö/HZB