

Januar 2025

Bachelorarbeit: Optische Charakterisierung der Bandlücke von Bilayer Graphen

Motivation: Zwei-lagiges (bilayer) Graphen hat die Eigenschaft, dass ein elektrisches Feld senkrecht zur Oberfläche eine kleine (~ 100 meV) Bandlücke im Material öffnet, wodurch es zu einem Halbleiter wird. Durch lokale Gatter können daher funktionale Strukturen erzeugt werden. Dies wird traditionell mit Transportmessungen untersucht, die allerdings keine Ortsauflösung besitzen, oder mit Tunnelspektroskopie, für welche man wiederum nach oben offenen Proben benötigt. Hier sollen optische Methoden entwickelt und benutzt werden um die Bandlücke in bilayer Graphen zu vermessen. Der Ansatz basiert darauf, eine Schicht eines zweidimensionalen Halbleiters (WSe_2), in der Nähe des Graphens zu platzieren. WSe_2 ist ein 2D Halbleiter, der starke optisch aktive Signaturen zeigt. Diese stammen von Exzitonen (Elektron-Loch-Paare). Da diese durch Coulomb-wechselwirkungen zusammengehalten werden, verändern sich ihre Bindungsenergie stark, wenn sich WSe_2 in unterschiedlichen Umgebungen befindet, die die Wechselwirkungen abschirmen können – in diesem Fall das zweilagige Graphen mit unterschiedlich großer Bandlücke. Die Methode verspricht also, Veränderungen in der niederenergetischen Struktur am Metall-Isolator-Übergang mit optischen Methoden und räumlicher Auflösung untersuchen zu können.

Ziel der Arbeit: Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Bandlücke von bilayer Graphene sowie dessen Dotierung mit optischen Methoden zu vermessen.

Ihre Aufgabe: Deine Aufgabe umfasst die Herstellung von Proben durch Exfoliation von 2D Kristallen sowie optischen Messungen der so hergestellten Strukturen. Die Fertigung der Proben wird in einer Glovebox in unseren Laboren vorgenommen werden, wobei du Zugriff auf ein Transfersystem sowie auf ein automatisiertes System zur Flockensuche haben wirst. Für die optischen Messungen steht ein voll ausgestattetes Laserlabor zur Verfügung. Du kannst außerdem deine Kenntnisse in folgenden Themen erweitern:

- Optische spektroskopische Messtechniken
 - Betrieb und Verständnis von Vakuum- und Niedrigtemperaturaufbauten (~ 10 K)
 - Physik elektronischer Bandstrukturen, Phasenübergänge, exzitonischer Zustände und 2D Materialien
- Darüber hinaus wirst du an Gruppenseminaren und Journal-Clubs teilnehmen, um aktuelle Entwicklungen in diesem Forschungsgebiet zu diskutieren.

Kontakt: Für weitere Informationen und Interesse am Projekt kontaktieren Sie bitte Lutz Waldecker (waldecker@physik.rwth-aachen.de) oder Bernd Beschoten (bernd.beschoten@physik.rwth-aachen.de). Mehr Information zu unserer Arbeit können Sie auch unter www.stampferlab.org finden.

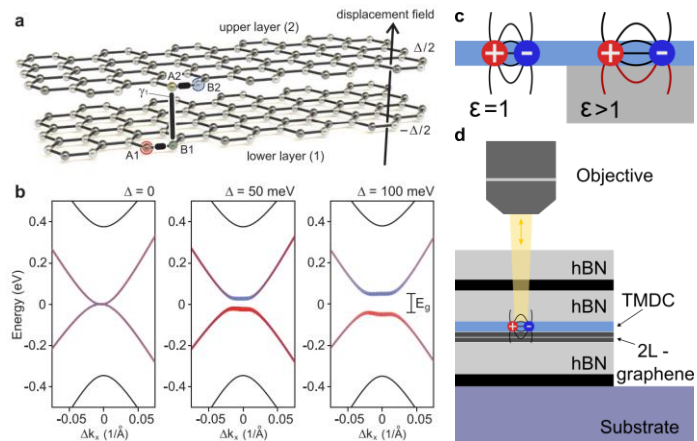


Abbildung 1: a) Kristallstruktur von Zweilagigem Graphen sowie die b) elektronische Struktur bei drei verschiedenen externen elektrischen Feldern. c) In einer Umgebung mit höherer dielektrischer Funktion werden die Coulomb-Wechselwirkungen von Exzitonen (Elektron-Loch-Paaren) in WSe_2 stärker abgeschirmt, was zu niedrigeren Bindungsenergien führt. d) Dies kann mit optischen Methoden ausgelesen werden. WSe_2 dient daher als Sensor der elektronischen Struktur in Graphen.