

September 2020

Masterarbeit:

Fabrikation und Charakterisierung von Quantenpunkten in Graphen

Motivation: Die Erforschung von zweidimensionalen (2D) Materialien, wie z.B. Graphen oder hexagonalem Bornitrid (hBN) zählt zurzeit sicherlich zu den spannendsten und sich am schnellsten entwickelnden Gebieten der modernen Festkörperphysik. Insbesondere das Interesse an zweilagigen Graphen (*bilayer graphene* (BLG)) hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Dies liegt einerseits daran, dass in leicht zueinander verdrehten zweilagigen Graphen überraschenderweise Supraleitung entdeckt wurde. Andererseits hat sich die Materialqualität derart verbessert, dass es heute möglich ist die elektrostatisch durchstimmbare Bandlücke technologisch zu nutzen. Dies eröffnet die Möglichkeit das Potential von zweilagigen Graphen für Quanten-technologische Anwendungen zu untersuchen. Heutige Technologie ermöglicht die Herstellung von gekoppelten Quantenpunkten (*quantum dots*), deren Energieskalen und deren dynamisches Verhalten derzeit eingehend untersucht werden.

In Kombination mit den vorhandenen topologischen Freiheitsgraden machen die jüngsten Entwicklungen sehr große Hoffnung zweilagiges Graphen in der Quanteninformationstechnologie für die Implementierung von Quantenbits (*spin qubit*, *valley qubit*) nutzbar zu machen.

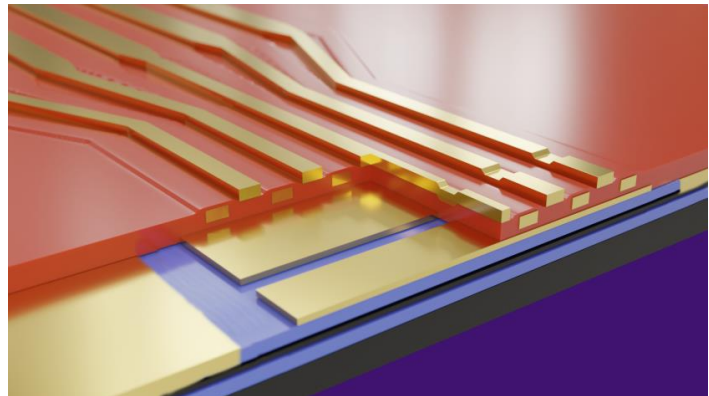


Illustration einer Probe bestehend aus einer Heterostruktur aus BLG (grau) und hBN (blau). Drei Lagen metallischer Gates (gold) formen und steuern die Quantenpunkte im BLG.

Ziel der Arbeit:

Ziel dieser Masterarbeit ist die Entwicklung und Fabrikation von Quantenpunkten in BLG sowie deren Charakterisierung. Die Proben basieren auf der bestehenden Technologie und werden optimiert um u.a. sehr kleine Quantenpunkte (< 30 nm) erzeugen zu können. Die Fabrikation der Proben wird mittels Raman Spektroskopie, Rasterkraftmikroskopie geprüft und die fertigen Proben mit Hilfe von elektrischen Transportmessungen in einem Mischkryostaten bei tiefsten Temperaturen (< 20 mK) charakterisiert.

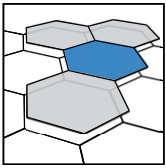
Ihre Aufgabe:

Ihre Aufgabe umfasst die Herstellung von Proben und deren Charakterisierung. Ein Schwerpunkt liegt auf Fabrikation und der Prozessentwicklung. In diesem Projekt können Sie unter anderem Ihr Wissen über diese Themen erweitern:

- Arbeiten mit modernsten Halbleiterfertigungstechnologien in Reinraumforschungseinrichtungen
- Manipulation und Auslesen von Quantenpunktzuständen
- Betrieb und Verständnis von Tieftemperatur-Messaufbauten
- Vertiefung des Verständnisses der grundlegenden Quantenphysik von elektronischen Bandstrukturen, 2D Materialien und Quantenbauteilen

Darüber hinaus nehmen Sie an Gruppenseminaren und Journal-Clubs teil, um aktuelle Entwicklungen in diesem Forschungsgebiet zu diskutieren.

Kontakt: Für weitere Informationen und Interesse am Projekt kontaktieren Sie bitte Luca Banszerus (luca.banszerus@rwth-aachen.de), Christian Volk (volk@physik.rwth-aachen.de) oder Christoph Stampfer (stampfer@physik.rwth-aachen.de). Mehr Information zu unserer Arbeit können Sie auch unter www.stampferlab.org und www.graphene.ac finden.



September 2020

Master Thesis:

Fabrication and characterization of advanced bilayer graphene quantum dot devices

Motivation: Research in the field of two-dimensional (2D) materials such as graphene and hexagonal boron nitride (hBN) is among the most exciting and fastest growing fields in modern solid state physics. Bilayer graphene (BLG) is especially attractive: In BLG, where the two layers have been rotated at a certain angle with respect to each other, superconductivity has been discovered. Moreover, material quality and fabrication technology have been improved such that the electrostatically tunable band gap can be used technologically. This allows exploring the potential of BLG as a material for quantum devices.

Today's technology allows the fabrication of single and multi-quantum dot devices. Their energy scales and their dynamic behavior are under current investigation. Topological degrees of freedom in combination with recent development make BLG a promising material in quantum information technology: Quantum bits such as spin or valley qubits might be implemented in BLG quantum dots. For these purposes a steady development of new devices is necessary.

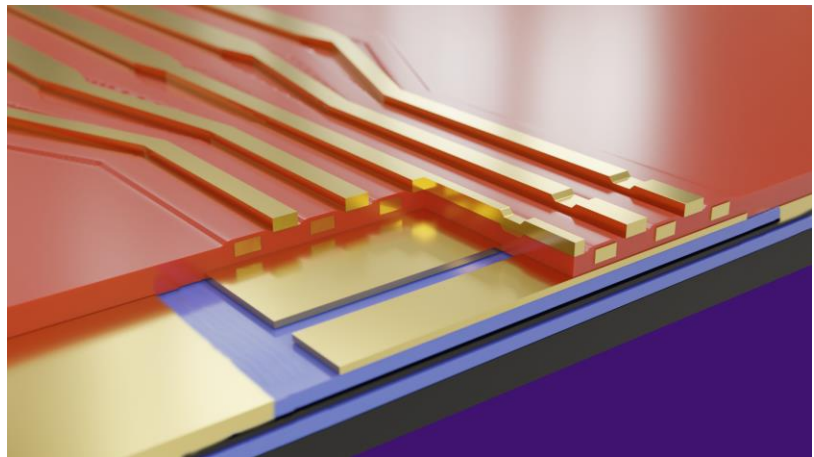


Illustration of a device built from a heterostructure of bilayer graphene (gray) and boron nitride (blue). Three layers of metal gates (gold) are used to form and control quantum dots in the BLG sheet.

Aim of this thesis:

This project focuses on the development and fabrication of advanced bilayer graphene quantum dot devices and their characterization. The technology is based on our current fabrication concepts and will be optimized to achieve smaller quantum dots (< 30 nm) and for the integration of charge sensors. The devices will be characterized by Raman spectroscopy, atomic force microscopy and electrical transport measurements in a dilution refrigerator at temperatures below 20 mK.

Your task:

Your task includes the fabrication of quantum devices and their characterization. The focus is on fabrication and process development. In this project, you can broaden your knowledge in:

- Work with modern semiconductor fabrication technology
- Manipulation and readout of quantum devices
- Low temperature experimental setups
- Deeper understanding of basic quantum physics, electronic band structures, 2D materials and quantum devices.

Furthermore, you take part in group seminars and journal clubs where you follow current developments in this field of research and discuss recent experiments.

Contact us: For further information, please contact Luca Banszerus (luca.banszerus@rwth-aachen.de), Christian Volk (volk@physik.rwth-aachen.de) or Christoph Stampfer (stampfer@physik.rwth-aachen.de). More information about our work you can find at www.stampferlab.org and www.graphene.ac.