

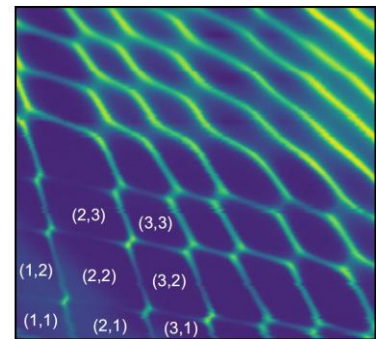
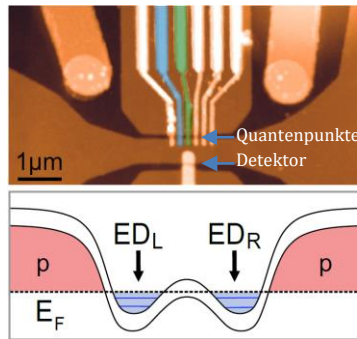
September 2020

Masterarbeit:

Zeitaufgelöste Ladungsdetektion in 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 Quantentechnologische 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.



Probe mit mehreren Gates, die einzelne Quantenpunkte steuern. Ein weiterer Quantenpunkt dient als Ladungsdetektor. Rechts: Transportmessung an zwei gekoppelten Quantenpunkten. Die Zahlen geben die Anzahl der Elektronen pro Quantenpunkt an. [L. Banszerus et al. *Nano Lett.* 20, 2005 (2020)].

Ziel der Arbeit:

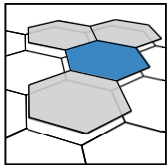
Ziel dieser Masterarbeit ist es, Quantenpunkte in BLG zeitaufgelöst auszulesen. Mithilfe eines zusätzlichen, gekoppelten Quantenpunktes als Detektor, sollen einzelne Ladungszustände in Quantenpunkten mit hoher Empfindlichkeit detektiert werden. Die Proben werden basierend auf der bestehenden Technologie realisiert. Elektrische Transportmessungen und Hochfrequenzmessungen erfolgen in einem Mischkryostaten bei tiefen Temperaturen (< 20 mK).

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

- Betrieb und Verständnis von Tieftemperatur-Messaufbauten (10 mK) und Hochfrequenz-Elektronik
- Manipulation und Auslesen von Quantenpunktzuständen
- Arbeiten mit modernsten Halbleiterfertigungstechnologien in Reinraumforschungseinrichtungen
- 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.



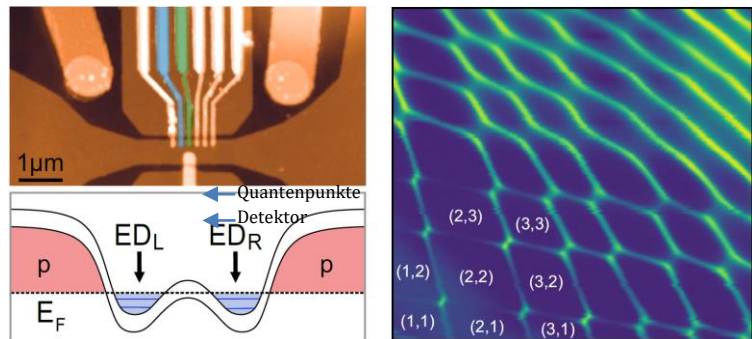
September 2020

Master Thesis:

Time resolved charge detection in bilayer graphene quantum dots

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. Fast and efficient readout of charge and spin states quantum dots is essential.



Device with multiple gates to control individual quantum dots. An additional quantum dot acts as a charge detector. Right: Low temperature transport measurement of a double quantum dot device. Numbers indicate the electron occupation per quantum dot. [L. Banszerus et al. Nano Lett. 20, 2005 (2020)].

Aim of this thesis: This thesis aims at time-resolved charge detection in BLG quantum dots. Using a capacitively coupled quantum dot as a detector, individual charge states in quantum dots shall be detected with high sensitivity. The devices are based on our current fabrication technology. Electrical transport measurements including radio frequency measurements will be performed 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 electrical transport measurements. In this project, you can broaden your knowledge in:

- Low temperature experimental setups and high frequency electronics
- Manipulation and readout of charge and spin states in quantum dots
- Work with modern semiconductor fabrication technology
- 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.