

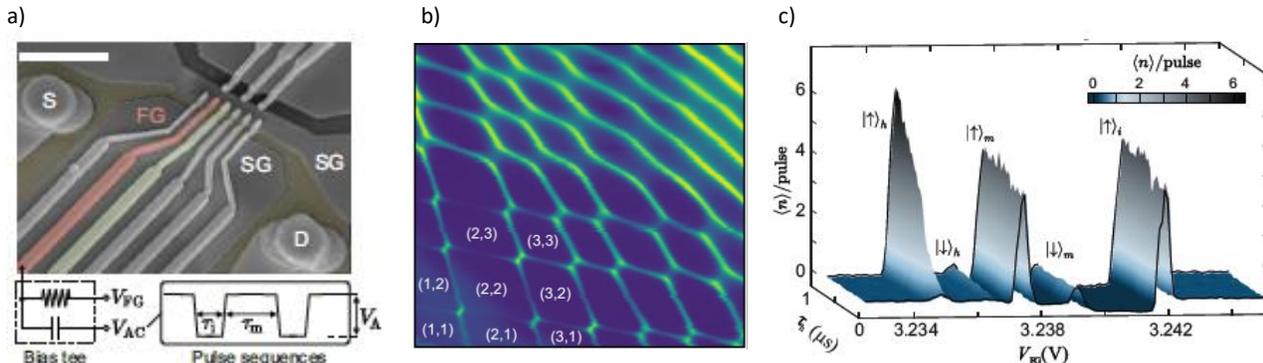
Januar 2022

Masterarbeit:

Zeitaufgelöste Ladungsdetektion in Quantenpunkten in Graphen

Motivation: Die Erforschung von zweidimensionalen (2D) Materialien, wie z.B. Graphen oder hexagonalem Bornitride (hBN) zählt zurzeit sicherlich zu den spannendsten und sich am schnellsten entwickelnden Gebieten der modernen Festkörperphysik. Besonders zweilagiges Graphen (*bilayer graphene* (BLG)) ist wegen seiner Gatesteuerbaren Bandlücke von Interesse. Andererseits haben sich die Materialqualität und Fabrikation stark verbessert, was es ermöglicht, Potential von zweilagigen Graphen für Quanten-technologische Anwendungen zu untersuchen.

Heutige Technologie ermöglicht die Herstellung von gekoppelten Quantenpunkten (*quantum dots*). Diese sind vielversprechende Kandidaten in der Quanteninformations-technologie. Quantenbits (*spin qubit, valley qubit*) könnten in BLG Quantenpunkten implementiert werden. Schnelles und effizientes Auslesen von Ladungs-, Spin- und Valley-Zuständen ist essenziell. Daher untersuchen wir deren Energieskalen und deren dynamisches Verhalten.



(a) Probe mit mehreren Gates, die einzelne Quantenpunkte über DC- und AC-Spannungen steuern. Ein weiterer Quantenpunkt dient als Ladungsdetektor. (b) Transportmessung an zwei gekoppelten Quantenpunkten; die Anzahl der Elektronen pro Quantenpunkt ist angegeben. (c) Gepulste Messung zur Bestimmung der Lebensdauern von Spin- und Valley-Zuständen. [Banszerus et al. *Nano Lett.* 20, 2005 (2020), Banszerus et al. *arXiv:2110.13051*].

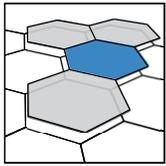
Ziel der Arbeit: Ziel dieser Masterarbeit ist es, Quantenpunkte in BLG zeitaufgelöst auszulesen. Mithilfe eines gekoppelten Quantenpunktes als Detektor, sollen einzelne Ladungszustände mit hoher Empfindlichkeit detektiert werden. Die Proben basieren auf der bestehenden Technologie. Elektrische Transportmessungen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

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

- Betrieb und Verständnisses von Tieftemperatur-Messaufbauten (10 mK) und Hochfrequenz-Elektronik
- Manipulation und Auslesen von Quantenpunktzuständen
- Arbeiten mit modernsten Halbleiterfertigungstechnologien in Reinraumforschungseinrichtungen
- Quantenphysik, elektronische Bandstrukturen, 2D Materialien und Quantenbauteile

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

Kontakt: Für weitere Informationen 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.



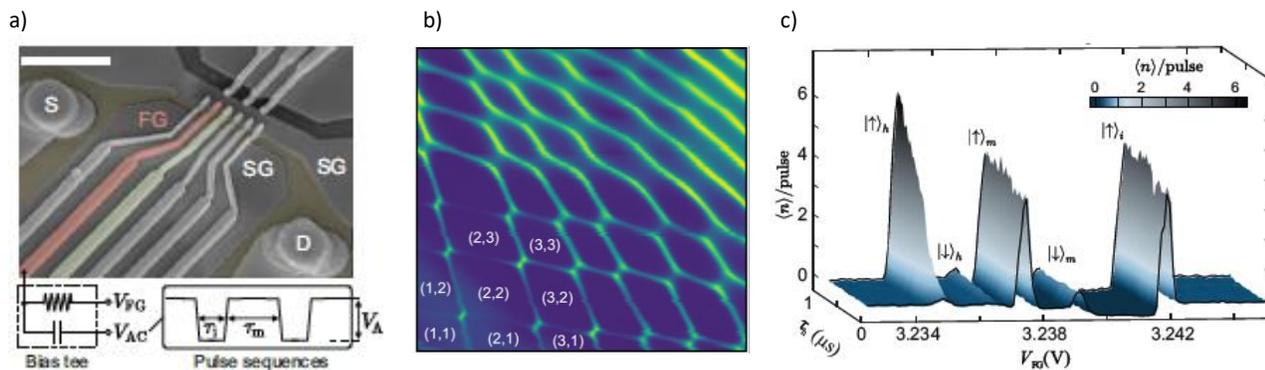
January 2022

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 as it offers an electric field tunable band gap. Moreover, material quality and fabrication technology have been improved in recent years, which 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 in bilayer graphene. These devices are promising for quantum computation: Quantum bits such as spin or valley qubits might be implemented in BLG quantum dots. Fast and efficient readout of charge, spin and valley states is essential. We investigate their energy scales and their dynamic behavior.



(a) Device with gates to control quantum dots by DC and AC voltages. An additional quantum dot acts as a charge detector. (b) Low temperature transport measurement of a double quantum dot showing the electron occupation per dot. (c) Pulsed gate measurement to determine the lifetime of spin and valley states. [Banszerus et al. Nano Lett. 20, 2005 (2020), Banszerus et al. arXiv:2110.13051].

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. 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
- 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.