

Ich heiße Max Mangold und bin seit meinem dritten Semester (WS 2016/17) Mitglied im Forschungsstudiengang. Im Augenblick bin ich Masterand am Lehrstuhl Prof. Wunderlich/Gierz an der Universität Regensburg.

Für meine Bachelorarbeit war ich im WS 2018/19 „Visiting Research Student“ in der Gruppe von Prof. Thomas Ihn und Prof. Klaus Ensslin an der ETH Zürich, wo ich mich mit Transportmessungen an elektrostatisch definierten Quantenpunkten in zweilagigem Graphen beschäftigte, einem potentiellen Kandidaten für die Realisierung von Qubits für zukünftige Quantencomputer.

Ein Quantencomputer kann sehr komplizierte Berechnungen um ein vielfaches schneller durchführen als ein herkömmlicher PC. Information wird im PC in Bits gespeichert, deren Wert entweder 0 oder 1 sein kann. Technisch wird das dargestellt, indem Strom fließt oder nicht. Der Quantencomputer dagegen basiert auf sogenannten Qubits, die die Werte 0 und 1, aber auch alles dazwischen annehmen können - mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit. Eine technische Umsetzung eines Qubits könnte zum Beispiel der quantenmechanische Spin-Drehimpuls eines Elektrons, gefangen in einem "Quantenpunkt", sein. In zweilagigem Graphen ließen sich solche Quantenpunkte extrem platzsparend umsetzen und elektronisch steuern.

Graphen ist eine Bienenwaben-förmige Anordnung von Kohlenstoffatomen, die nur eine einzige Atomlage dick ist. Daraus folgen viele interessante elektrische und mechanische Eigenschaften. Legt man zwei dieser Lagen übereinander, so kommt zu diesen Eigenschaften hinzu, dass man mittels der elektrischen Felder kleiner Elektroden ober- und unterhalb des Materials die Ladungsträgerart und -dichte nahezu beliebig einstellen kann. Es lassen sich also durch die Elektroden Regionen im zweilagigen Graphen definieren, die elektrisch isolierend oder leitend sind.

In unseren Experimenten legten wir die Elektroden so an, dass nur ein 100 nm schmaler Streifen einen elektrischen Strom leiten konnte. Auf einem 20 nm langen Abschnitt dieses Streifens drehten wir dann durch eine weitere Elektrode die Ladungsträgerart um, sodass hier "fehlende Elektronen", sogenannte positiv geladene "Löcher", anstelle der Elektronen den Stromfluss ausmachen. Beim Übergang zum gewöhnlichen, mit Elektronen leitenden Regime entstanden damit auf beiden Seiten kleine Barrieren für die Elektronen, die sie nur mit genügend Energie überwinden konnten. So bildete sich ein "Quantenpunkt" zwischen den beiden Barrieren. Durch leichte Variation der Spannungen an den verschiedenen Elektroden ließen sich einzelne Elektronen im Quantenpunkt einfangen, was durch die Messung des Stroms durch den schmalen leitenden Streifen im zweilagigen Graphen sichtbar gemacht wurde.

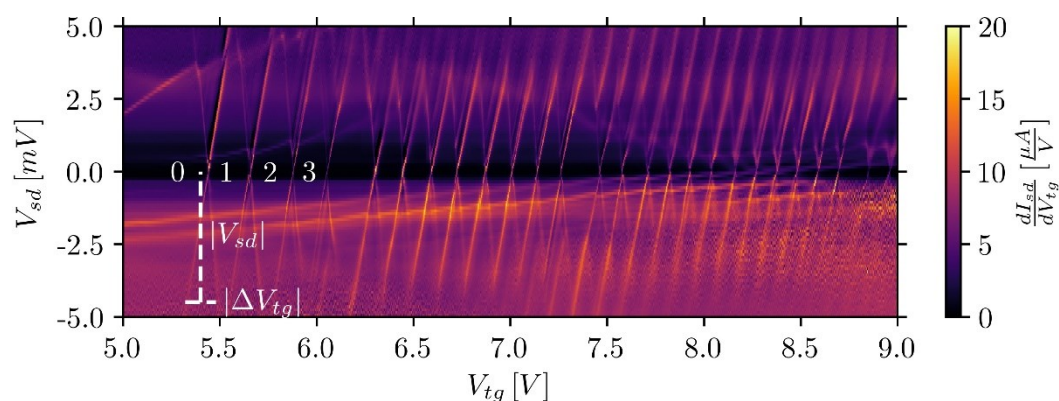


Abbildung 1: Die „Coulomb Diamanten“ zeigen, bei welcher Kombination von Spannungen an den Elektroden wie viele Elektronen im Quantenpunkt gefangen sind.

Indem wir die Proben in ein variables und drehbares Magnetfeld einbrachten, konnten wir zeigen, dass sich die quantenmechanischen Zustände von einem bis zu einigen wenigen im Quantenpunkt gefangenen Elektronen wie erwartet verschieben und die Ergebnisse auch in einem wissenschaftlichen Journal veröffentlichen [Kurzmann, A. *et.al.*, *Phys. Rev. Lett.* **123**, 026803 (2019)]. Da hierbei ein sehr einfaches quantenmechanisches Modell angewendet werden konnte, war auch die theoretische Beschreibung sehr zugänglich, sodass ich mich selbst daran beteiligen konnte.

Da sich Quantenpunkte in zweilagigem Graphen eignen, einzelne Elektronen zu fangen und ihre quantenmechanischen Zustände elektronisch zu kontrollieren, könnten mit ihnen in Zukunft die oben erwähnten Qubits umgesetzt werden, und das bei einer Dicke von nur zwei atomaren Lagen!

Die Mitgliedschaft im Forschungsstudiengang ermöglichte es mir, Kontakt zu Herrn Prof. Thomas Ihn aufzubauen und so den Forschungsbetrieb an einer der weltweit renommiertesten Universitäten kennenzulernen. Außerdem erhielt ich eine finanzielle Unterstützung vom Studiengang zur Förderung von Auslandsvorhaben, um mir das Leben in der teuren Schweiz zu erleichtern.