

Zusammenfassung

Das Thema dieser Doktorarbeit sind elektronische Eigenschaften sowie Transporteigenschaften von Einzel- und Doppelquantenpunkten. Zunächst werden verschiedene Effekte der Coulombwechselwirkung auf die Eigenspektren der Quantenpunktsysteme untersucht. Danach wird aufgezeigt, welche Konsequenzen sich aus diesen Vielteilcheneffekten für die Transporteigenschaften von Quantenpunkten ergeben, wenn sie an externe Kontakte gekoppelt sind. In diesen Rechnungen wird vorerst angenommen, dass die externe Ankopplung schwach genug ist, um alle Rückwirkungen der externen Kontakte auf das Eigenspektrum der Quantenpunktstrukturen vernachlässigen zu können. Im letzten Teil der Arbeit wird die Beschreibung des Quantentransports erweitert und es wird gezeigt, wie sich Eigenspektrum und Transporteigenschaften eines Doppelquantenpunktes bei stärkerer externer Ankopplung ändern.

Im ersten Teil der Arbeit werden Anregungsspektrum und Transporteigenschaften eines einzelnen zweidimensionalen Quantenpunktes mit parabolischem Einschlusspotential besprochen. Klassische und quantenmechanische Auswirkungen der Coulombwechselwirkung auf die Ladungsdichteanregungen für verschiedene Elektronenzahlen im Quantenpunkt werden präsentiert. Diese Rechnungen erklären aktuelle Ramanspektren von selbstorganisiert gewachsenen Quantenpunkten. Danach wird ein Mechanismus diskutiert, der im nichtlinearen Transportregime zu einer vollständigen Unterdrückung des stationären Stroms durch den Quantenpunkt führt. Dabei tritt der dargestellte Mechanismus nur auf, wenn die Coulombwechselwirkung stärker als die Einteilchenanregungen des Quantenpunktes ist. Desweiteren kann die Blockade durch ein externes Magnetfeld an- und ausgeschaltet werden.

Im zweiten Teil dieser Arbeit werden die Auswirkungen der Coulombwechselwirkung auf Eigenspektrum und Transportcharakteristik zweier vertikal gekoppelter Quantenpunkte besprochen. Es zeigt sich, dass ein vertikales Magnetfeld eine spontane Ladungspolarisation des 3-Elektronengrundzustandes in vertikaler Richtung bewirken kann. Diese starke Ladungspolarisation wird durch eine unterschiedliche Magnetfeldabhängigkeit der Intra- und Interdotcoulombwechselwirkung hervorgerufen und hat weitreichende Auswirkungen auf den Transport durch den seriell angekoppelten Doppelquantenpunkt. Insbesondere wird der lineare Transport durch den Doppelquantenpunkt am kritischen Magnetfeld nahezu vollständig unterdrückt.

Im abschließenden Teil der Arbeit werden erneut die Transporteigenschaften eines Doppelquantenpunktes berechnet, der seriell an externe Kontakte gekoppelt ist. Nun wird der Fall betrachtet, bei dem die externe Ankopplungsstärke größer als das Tunneln zwischen den Quantenpunkten ist. Dazu wird die Beschreibung des gekoppelten Doppelquantenpunktes um kohärente Überlagerungen von Eigenzuständen erweitert. Tatsächlich zeigt sich, dass in dem diskutierten Parameterbereich diese Überlagerungen für die Beschreibung des Zusammenspiels von der inkohärenten externen Ankopplung und der kohärenten Dynamik auf dem Doppelquantenpunkt notwendig sind. Der Zusammenhang zu ähnlichen Arbeiten im Bereich der Spintronic wird diskutiert. Darüberhinaus führt die externe Ankopplung zu einer Verschiebung der Energieniveaus der Quantenpunkte und somit zu neuen

charakteristischen Merkmalen in der Strom-Spannungskennlinie und des Stabilitätsdiagramms des Doppelquantenpunktes.