

Ab initio Theorie der elektronischen und magnetischen Eigenschaften niederdimensionaler Systeme

Prof. A. Lichtenstein, 1. Institut für Theoretische Physik, Universität Hamburg

Die derzeitige Halbleitertechnologie basiert auf dreidimensionalen Materialien wie Silizium und gerät an die Grenzen ihrer Miniaturisierbarkeit: Ungesättigte chemische Bindungen an Oberflächen oder Fremdatome führen zu starker Elektronenstreuung und limitieren so die Leistungsfähigkeit heutiger Halbleiter. Die Suche eines Post-Silizium-Materials als Basis der Halbleitertechnologie ist somit ein wichtiges Gebiet der Festkörperforschung.

Hierbei ist Graphen, d.h. eine Kohlenstoffmonolage, ein aussichtsreicher Kandidat. Es ist chemisch inert und die Graphen-Elektronen weisen eine extrem hohe Beweglichkeit auf. Dies führt zu außergewöhnlichen Transporteigenschaften wie etwa ballistischem Elektronentransport auf der technisch relevanten Mikrometerskala. Potentielle Anwendungsmöglichkeiten von Graphen umfassen die Weiterentwicklung klassischer Halbleiterbauelemente, Anwendungen im Spintronikbereich, in Hochfrequenztransistoren, sowie den Einsatz von Graphen in der Displaytechnologie.

Allgemein erfordert graphenbasierte Nanotechnologie das Verständnis von Umgebungseinflüssen auf die Elektronen im Graphen. Wir planen insbesondere den Einfluss verschiedener Substrate auf die chemischen und elektronischen Eigenschaften (Transporteigenschaften und lokale elektronische Struktur) von Graphen zu untersuchen und das Wechselspiel von Substraten und Störstellen zu verstehen.

Großes technologisches Potential wird niederdimensionalen Nanosystemen insgesamt (zweidimensionale Materialien, Moleküle, Adatome auf Oberflächen, etc.) zugeordnet. Insbesondere im Bereich der Molekularelektronik oder Spintronik spielen solche Systeme eine zunehmend große Rolle, da sie in Zukunft als Substrate (2D Systeme wie Graphen) oder Grundbausteine magnetischer Speicher oder logischer Schaltungen dienen können. Es ist im Lichte der möglichen zukünftigen technologischen Anwendungen notwendig, die grundlegenden Eigenschaften niederdimensionaler Systeme theoretisch zu verstehen.

In diesem Zusammenhang planen wir magnetische Störstellen und magnetische Moleküle auf Metalloberflächen oder in Nanokontakten zu untersuchen. Diese zeigen komplexe Vielteilcheneffekte, wie z.B. den Kondo Effekt. Unser Ziel ist es hier, ein grundlegendes Verständnis dieser Vielteilcheneffekte in realistischen Nanostrukturen zu erreichen und zu verstehen, ob und welche dieser Effekte für Anwendungen nutzbar sein könnten.