

Wenn Transistoren kalt wird

Thomas Hörmann

Abteilung für Halbleiterphysik des Instituts für Halbleiter- und Festkörperphysik

Halbleiter-Transistoren finden in elektronischen Schaltkreisen milliardenfach Verwendung. Bei dem am häufigsten verwendeten Typ wird der Strom, der durch den Transistor fließt, über eine metallische Elektrode auf der Oberfläche ein- und ausgeschaltet. Durch Anlegen einer elektrischen Spannung entstehen knapp unter der Oberfläche frei bewegliche Elektronen, die den Stromfluss verursachen. Ohne die Steuerspannung kann kein Strom durch den Transistor fließen. Damit lassen sich elektrische Geräte und Computer steuern.

Da die freien Elektronen im Halbleiter nur in einer sehr dünnen Schicht unter der Oberfläche vorhanden sind, spricht man von einem zweidimensionalen System. Diese Besonderheit verleiht dem System einzigartige physikalische Eigenschaften.

Im Hinblick auf die Anwendung für Quantencomputer ist es wichtig, die Eigenschaften solcher Transistoren im kalten Zustand zu verstehen. „Kalt“ ist hier allerdings ein bisschen untertrieben – die Elektronen werden auf Temperaturen nahe des absoluten Nullpunktes, also ca. -270°C abgekühlt. Vor 10 Jahren wurde überraschend ein neuer Effekt entdeckt, für den derzeit widersprüchliche Theorien vorliegen. Nach der gängigen Quantentheorie sollten zweidimensionale Halbleiter mit sinkender Temperatur zunehmend schlechter leiten. Doch bei geringer Elektronendichte steigt die Leitfähigkeit bei solch tiefen Temperaturen plötzlich wieder an.

Thomas Hörmann hat nun in seiner Arbeit ein bestehendes Modell wesentlich erweitert und konnte durch seine numerischen Berechnungen nachweisen, dass schon durch "normale", klassische Effekte viele Eigenschaften gemessener Widerstandsverläufe verstanden werden können. Den Anstieg der Leitfähigkeit erklärt er durch Rückwirkungen von Ladungen im Transistor auf die angelegte Steuerspannung.