

Heisenberg-Gesellschaft e.V.
Workshop „Quantenphysik an der Schule“, Lautrach 12.-14.7.2024

Freitag, 12. Juli 2024, 18:30-19:30

Prof. Dr. Guido Burkard, Universität Konstanz

Quantenpunkte und ihre Anwendung in einem Quantencomputer

Ein Jahrhundert nach ihrer Entstehung stellt uns die Quantenphysik zwar immer noch vor viele faszinierende Rätsel, sie hat sich aber als mächtiges und fast universelles Instrument zur Erklärung von Naturphänomenen etabliert. Mittlerweile gibt es viele Ansätze, die ganz gezielt versuchen, Quantenphänomene in der Informationstechnologie auszunützen. Vor fünf Jahren präsentierten Forscher der Firma Google zum ersten Mal einen Quantencomputer, der mit seiner Rechenleistung jeden bisher gebauten Computer in den Schatten stellt. Aber was bedeutet das eigentlich? Und worauf beruht die spektakuläre Überlegenheit der Quantentechnologie, über die bereits der Physik-Nobelpreisträger Richard Feynman in den 1980er Jahren spekuliert hatte? Angesichts der beträchtlichen Zeitspanne zwischen Idee und Realisierung stellt sich auch die Frage, worin die Schwierigkeit besteht, einen Quantencomputer zu bauen.

Ziel des ersten Teils dieses Vortrags ist die Beantwortung dieser Fragen und gleichzeitig eine kurze Einführung in die Welt der Quantentechnologie. Der zweite Teil des Vortrags befasst sich mit den Fragen, welche physikalischen Systeme als elementare Bauelemente von Quantenrechnern in Frage kommen und welche physikalischen Gesetzmäßigkeiten bei der Erforschung dieser Systeme zum Tragen kommen. Die Forschung im Bereich Quantenrechner vereint verschiedene Gebiete wie Atomphysik, Quantenoptik und Festkörperphysik. Als ein Beispiel aus der aktuellen Forschung betrachten wir Quantenpunkte, eine Form von Halbleiterbauelementen im mikroskopischen Maßstab von wenigen Nanometern. Quantenpunkte können auf Computerchips einzelne Elektronen einfangen, die als quantenmechanische Eigenschaft den Eigendrehimpuls (Spin) besitzen. Dieser Spin wiederum kann Quanteninformation abspeichern und somit als die elementare Recheneinheit eines Quantencomputers, d.h. als Quantenbit, eingesetzt werden. Aus dieser Idee ergeben sich eine Reihe interessanter physikalischer Fragestellungen, Chancen, aber auch große Herausforderungen bei der Realisierung.