

Artur Widera

TU Kaiserslautern

Hand an das Quant – Quantenkontrolle vom einzelnen Atom bis zum Quantengas

Obwohl „Quantenphysik“ für viele Menschen noch immer magisch zu sein scheint, sind Quanteneffekte bereits auf der Überholspur in Richtung technischer Anwendungen. Die Grundlage der Quantentechnologie ist ein genaues Verständnis von Quantensystemen, kombiniert mit präziser Kontrolle über die zugrundeliegenden Prozesse. Meine Arbeitsgruppe untersucht drei verschiedene Systeme mit dem Ziel, Quantenphänomene grundlegend zu verstehen und maßzuschneidern. Dazu kontrollieren und untersuchen wir einzelne lasergekühlte Atome, ultrakalte Quantengase und Farbzentren in Nanodiamanten. In meinem Vortrag stelle ich meine drei Projekte mit aktuellen Ergebnissen und Visionen für die Zukunft vor:

Einzelne lasergekühlte Cäsium Atome bringen wir mit einem Förderband aus Licht in ein Bose-Einstein Kondensat aus Rubidiumatomen ein. Die Kopplung einzelner Atome an ein Quantenbad realisiert ein Paradigma der Quantenphysik, das zentral für unser Verständnis von offenen Quantensystemen ist. Als Beispiel präsentiere ich die Realisierung eines Einzelatom-Quantenthermometers, das den Weg zur Realisierung und Optimierung von Quantensonden ebnet.

Zweitens untersuchen wir ultrakalte fermionische Quantengase aus Lithiumatomen in ungeordneten optischen Potentialen. Damit realisieren wir ein Modellsystem für Supraflüssigkeiten oder Supraleitern in realen Materialien, die immer Unordnung aufweisen. Durch schnelles Schalten der optischen Unordnung können wir Dynamik des Quantenvielteilchensystems auf verschiedensten Zeitskalen beobachten und damit Relaxation von Vielteilchen-Quantensystemen fernab des Gleichgewichts besser verstehen.

Drittens integrieren wir Nanodiamanten mit optisch aktiven Stickstoff-Fehlstellenzentren (NV Zentren) in frei konfigurierbare, dreidimensionale Polymerwellenleiter für Licht, die wir mittels direktem Laserschreiben strukturieren. Wir präparieren einzelne Nanodiamanten auf der Spitze optischer Glasfasern als mikroskopische Magnetfeldendoskope, wobei die Nanodiamanten einfach durch die Glasfaser angeregt und ausgelesen werden können – ein erster Schritt zu mikroskopischen, biokompatiblen Magnetfeldsensoren.