

Das Paarungsverhalten geselliger Quantenteilchen

Diana Hufnagl

Institut für Theoretische Physik

Die Welt der kleinsten Teilchen ist grundlegend anders als diejenige unserer Alltagserfahrung. Die Frage, wie sich ein Gas verhält, wenn man zwei gleiche Atome vertauscht, hat essentielle Auswirkungen auf seine Eigenschaften. Diese Klassifikation nach dem Verhalten bei Vertauschungen führt auf zwei Sorten von Quantenteilchen, genannt 'Bosonen' und 'Fermionen'.

Fermionen müssen sich immer in mindestens einer Eigenschaft, wie zum Beispiel Ort oder Energie, unterscheiden. Bosonen hingegen verhalten sich wesentlich geselliger: Sie können sich alle im selben Zustand befinden. Man nennt dies „Bose-Einstein-Kondensation“. 2001 wurde der Nobelpreis für ihren ersten experimentellen Nachweis vergeben, seither wird auf diesem Gebiet weltweit höchst aktiv geforscht.

Beobachten kann man die Bose-Einstein-Kondensation von Billionen von Atomen bei ultrakalten Temperaturen, nahe am absoluten Nullpunkt. Dabei werden die Teilchen mit magnetischen Fallen gefangen gehalten. Von besonderem Interesse sind in der aktuellen Forschung elektrisch „dipolare“, ausgerichtete Bosonen. Wie bei Stabmagneten ist die Kraft zwischen ihnen anziehend, wenn die Teilchen übereinander sind, und abstoßend, wenn sie sich nebeneinander befinden. Das Verständnis solcher bis dato kaum erforschter Systeme stellt eine wichtige Voraussetzung zur Verwirklichung des Quantencomputers, sowie neuartiger kompakter Datenspeicher dar.

Diana Hufnagl berechnete in ihrer Diplomarbeit das zu erwartende Verhalten eines dipolaren Quantengases in verschiedenen Geometrien. Sie entdeckte, dass jeweils zwei Teilchen eine Bindung eingehen können. Dies passiert, wenn die Zahl der Atome groß genug, und der Raum, in dem sie eingesperrt sind, klein genug ist. Dieser Quanten-Phasenübergang legt die Rahmenbedingungen für die Bose-Einstein Kondensation und damit ihre Anwendungen neu fest.