

Zusammenfassung

In unserem neuen Experiment am Institut für Quantenoptik und Quanteninformation (IQOQI) der österreichischen Akademie der Wissenschaften, wollen wir ultrakalte, heteronukleare Mischungen fermionischer Atome herstellen. In den von uns gewählten Mischungen sollten heteronukleare Feshbach-Resonanzen existieren, mit denen die Wechselwirkungen individuell eingestellt werden können. Damit könnten auch Moleküle erzeugt werden, die aufgrund des Pauli-Prinzips wesentlich stabiler als bosonische Moleküle sind. Unser Ziel ist es, Mischungen zu erzeugen, die in ihrer Atomzahl, dem Massenverhältnis, den Fermienergien oder im Fallenpotential unterschiedlich sind. Wir hoffen, fundamentale Fragen der Quantenphysik, im besonderen der Theorie vieler Teilchen, klären zu können. Vielleicht können wir neues Verhalten oder neue Zustände beobachten. Wir wollen die heteronuklearen Wechselwirkungen und Stöße im BEC-BCS Übergangsbereich genauer untersuchen.

Zu diesem Zweck haben wir ein neues Experiment aufgebaut, in dem wir Mischungen erzeugen werden, die aus den fermionischen Elementen ${}^6\text{Li}$, ${}^{40}\text{K}$ und ${}^{87}\text{Sr}$ bestehen. Der vielseitige Aufbau lässt aber auch Mischungen zu, welche bosonische Isotope enthalten. Die Atomstrahlen kommen aus einem neu entwickelten drei-Elemente-Ofen, passieren einen Zeeman-Abbremsler und werden innerhalb einer speziell geformten Glaszelle, mittels einer drei-Farben-MOT, gefangen. Die Feshbach-Resonanzen werden über Magnetfelder eingestellt. Um ein magnetfeldunabhängiges Potential und ebenso, um alle möglichen Spinzustände fangen zu können, laden wir das Gemisch in eine optische Dipolfalle. Dies erfolgt in mehreren Schritten, um eine möglichst große Teilchenzahl zu erreichen. Der erste davon ist eine Resonator verstärkte optische Dipolfalle, welche, durch die Verstärkungswirkung der Stehwelle im Resonator, ein besonders großes und tiefes Potential erlaubt. Die Temperatur der ${}^6\text{Li}$ -Atome wird durch Verdampfungskühlen bis zum degenerierten Fermigas verringert. Es ist möglich die anderen Atome dabei sympathetisch mitzukühlen. Unter Ausnutzung der Feshbach-Resonanzen wollen wir heteronukleare Moleküle herstellen, die dann auch Bose kondensiert werden können.

Der Aufbau des Resonators ist der Inhalt dieser Diplomarbeit. Im Rahmen dieser wird eine Linienbreitenreduktion des Resonatorlasers auf 10 kHz und die Messung der Verluste des Resonators beschrieben. Die genaue Kenntniss der Verluste erlaubt es die Parameter des Resonators zu optimieren um eine möglichst große Verstärkung zu erhalten. Die Messungen zeigen, dass ein Verstärkungsfaktor von 1000 erreicht werden sollte, doch der Aufbau konnte noch nicht abgeschlossen werden. Im Experiment wurde bereits ein ${}^6\text{Li}_2$ Molekül-BEC erzeugt und sympathetisches Kühlen von ${}^{39,40}\text{K}$ mit ${}^6\text{Li}$ wurde ebenfalls erfolgreich getestet. Das nächste Ziel ist die Erzeugung eines heteronuklearen Molekül-BEC.