

Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat sich das Gebiet der ultrakalten Quantengasen stark entwickelt, neue vielversprechende Experimente, insbesondere mit Fermionen konnten aufgebaut werden. Fermionen zeigen zusätzliche Eigenschaften gegenüber Bosonen, wie das Pauli'sche Ausschlussprinzip oder der BEC-BCS Übergang. Allerdings sind Experimente mit Fermionen meist schwieriger durchzuführen und die Theorie von Fermi Gasen ist komplex. Gerade aber Fermionen spielen eine zentrale Rolle auf vielen verschiedenen Gebieten der Physik: wie etwa bei Hochtemperatur-Supraleitern, in Neutronensternen oder dem Phasendiagramm vom Quark-Gluonen Plasma. Stark wechselwirkende Mehr- oder Vielteilchensysteme stellen die Theorie vor große Probleme und Experimente werden dringend benötigt. Mischungen von verschiedenen fermionischen Spezies liefern zusätzliche Freiheitsgrade, neue Phasen werden erwartet und eine Vielzahl an Konfigurationen, Dimensionen, Gittern und Formen von Imbalanz sind denkbar. Aktuell stehen wir an der Schwelle diese neuen Möglichkeiten zu erkunden. Wir haben in unserer Gruppe ein neues Experiment aufgebaut welches eine Mischung von ${}^6\text{Li}$ und ${}^{40}\text{K}$ vorsieht. Diese Spezies sind bereits sehr gut untersucht, aber die Mischung ist neu. Dies haben auch andere Gruppen erkannt, sodass wir heute über weltweit mehrere solcher Experimente verfügen. Zuerst mussten grundlegende Eigenschaften dieser Mischung, wie die Streulänge und mögliche Resonanzen gefunden werden. Dies ist uns gelungen. Mit Hilfe von theoretischer Seite kennen wir jetzt die Singlet- und Triplet-Streulängen. Allerdings erwiesen sich die Resonanzen als schmal, was Experimente damit schwierig macht, aber ebenso neue Einsichten erlaubt. Wir konnten zeigen, dass die Mischung stabil bleibt, sogar an einer breiten Einzelspezies ${}^6\text{Li}$ -Resonanz. Das ist wichtig da wir diese Resonanz zum kühlen verwenden. Damit war der Weg bereitet um heteronukleare Moleküle herzustellen. Wir identifizierten die 155-G Resonanz als unsere ideale Resonanz und charakterisierten diese gründlich. Aktuell konnten wir an dieser Resonanz ein stark wechselwirkendes Fermi Gas nachweisen indem wir die hydrodynamische Expansion beobachtet haben. Dies bereitet den Weg um vielleicht schon bald den BEC-BCS Übergang für diese Mischung zu untersuchen.