

## Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein Diodenlasersystem zum Fangen, optischen Kühlen und Nachweisen von  $^{133}\text{Cs}$ -Atomen in einem neuen Cs-Bose-Einstein-Kondensat Experiment aufgebaut. Dazu war es nötig, insgesamt vier Diodenlaser samt Mechanik, Optik und Regelelektronik aufzubauen und bei entsprechenden Wellenlängen zu betreiben.

Die Vorgabe war, Diodenlaser mit Laserleistungen in der Größenordnung von 100 mW bei einer Linienbreite von  $< 100$  kHz zu realisieren. Bei freilaufenden Diodenlasern mit der geforderten optischen Leistung erreicht man Linienbreiten in der Größenordnung von einigen 10 MHz. Deshalb ist eine zusätzliche Linienbreitenreduktion notwendig. Bei zwei unserer Laser (Master-Laser) erfolgt dies über optische Rückkopplung von einem Beugungsgitter in der bekannten Littrow-Konfiguration. Die Master-Laser haben dadurch eine hohe spektrale Güte (Linienbreiten unter 20 kHz), bei aber kleineren Ausgangsleistungen von ca. 70 mW. Sie werden in unserem Experiment als Frequenzstandard und für die weniger leistungsintensiven Anwendungen verwendet.

Die anderen beiden Diodenlaser sind mit leistungsstarken Laserdioden (150mW) bestückt. Um ihre spektrale Güte zu verbessern und sie auf die gewünschte Emissionswellenlänge zu bringen, verwenden wir die sogenannte Injektions-Lock Technik. Dazu wird ein kleiner Teil (ca. 1 mW) des Laserlichtes eines Master-Lasers in diese Dioden injiziert. Dies führt dazu, dass diese, unter Einhaltung entsprechender Parameter, die spektralen Eigenschaften des Master-Lasers übernehmen. Der Vorteil ist hier, dass man Licht hoher spektraler Güte bei gleichzeitig hoher Leistung zur Verfügung hat. Sie fungieren sozusagen als Lichtverstärker. Sie kommen für die leistungsintensiven Anwendungen in unserem Experiment zum Einsatz.

Da die Emissionswellenlänge bei Laserdioden stark von der Temperatur abhängt, ist bei beiden Lasertypen eine präzise Temperaturstabilisierung notwendig. Mit unserem Regelschema erreichen wir eine Stabilisierung der Temperatur auf  $< \pm 1$  mK.

Mit diesem mehrstufigen Schema der Laserregelung und Stabilisierung kommen wir auf Linienbreiten von  $< 20$  kHz, bei nutzbaren optischen Ausgangsleistungen von 70 mW (Master-Laser) bzw. 120 mW (Slave-Laser).

Zum Fangen und Laser-Kühlen der Cs-Atome benötigen wir insgesamt sieben verschiedene Laserlicht-Frequenzen, um die entsprechenden optischen Übergänge der Cs- $D_2$ -Linie treiben zu können. Zudem sollen diese Frequenzen für manche Anwendungen auch dynamisch verstimmbar sein. Dies wird über akustooptische Modulatoren im sogenannten Double-Pass Aufbau bewerkstelligt. Für die nicht dynamisch verstimmbaren Laserlicht-Frequenzverschiebungen kommen akustooptische Modulatoren im Single-Pass Aufbau zum Einsatz.

Zur Überprüfung des Aufbaus wurde am Ende eine vollständige Charakterisierung des Lasersystems vorgenommen. Daraus geht hervor, dass das System Licht mit den gewünschten Parametern über viele Stunden liefern kann und somit eine verlässliche Quelle für das im Experiment benötigte Laserlicht darstellt.