

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Laserkühlung und Atominterferometrie	15
2.1	Laserkühlung von Neutralatomen	15
2.1.1	Wechselwirkung von Licht und Atomen	15
2.1.2	Dopplerkühlung	17
2.1.3	Magneto-optische Falle	18
2.1.4	Sub-Dopplerkühlung	19
2.2	Spektroskopie an kalten atomaren Ensembles	20
2.2.1	Doppler- und Sättigungsspektroskopie	20
2.2.2	Atominterferometrie	22
2.3	Eigenschaften von Erdalkalien	25
2.4	Sub-Millikelvin Kühlung von Ca	26
2.4.1	Nutzung des Interkombinationsübergangs $^1S_0 - ^3P_1$	26
2.4.2	Kühlung in angeregten Zuständen	26
3	Experimentelle Grundlagen	29
3.1	Kühlaser	29
3.2	Spektroskopielaser	30
3.3	Magneto-optische Fallen	32
3.4	Experimentsteuerung und Detektion	33
4	Maxwells-Dämon Kühlung	35
4.1	Schema	35
4.1.1	Prinzip	35
4.1.2	Experimentelle Realisierung	37
4.2	Optimierung	39
4.3	Geschwindigkeitsverteilungen	40
4.4	Effizienz	44
4.5	Interferometrie mit den gekühlten Atomen	44
4.5.1	Prinzip	44
4.5.2	Experimentelle Ergebnisse	45
4.6	Bewertung der Maxwells-Dämon-Kühlung	46

5	Kühlung auf der Interkombinationslinie	49
5.1	Schema	49
5.1.1	Prinzip	49
5.1.2	Theoretische Beschreibung	51
5.1.3	Magnetfeld	53
5.1.4	Kühllimit	54
5.2	Experimentelle Realisierung	55
5.2.1	Aufbau	55
5.2.2	Rückpumpeffizienz	57
5.2.3	Optimierung	58
5.2.4	Kühlung	60
5.3	Ergebnisse	61
5.3.1	Geschwindigkeitsverteilung	61
5.3.2	Phasenraumdichte	64
5.4	Verbesserungen und zukünftige Entwicklungen	66
6	Zusammenfassung und Ausblick	69
A	Calcium-Daten	72
B	Berechnung der Geschwindigkeitsverteilungen	73
B.1	Maxwells-Dämon-Kühlung	73
B.2	Quench-Kühlung	75