

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Das Absorptions- und Emissionspektrum eines Ti:Saphir-Kristalls	10
2.2	Der Null-Dispersions-Kompressor . . . . .	21
2.3	Die Funktionsweise einer Flüssigkristallmaske . . . . .	22
2.4	Der Aufbau einer Flüssigkristallmaske . . . . .	23
2.5	Der Aufbau des Pulsmodulators . . . . .	24
3.1	Das Pump-Probe-Schema . . . . .	32
4.1	Die adaptive Rückkopplungsschleife (Closed Loop) . . . . .	37
4.2	Das Schema des evolutionären Algorithmus . . . . .	39
4.3	Die Molekularstrahlapparatur (Gesamtdarstellung) . . . . .	41
4.4	Der Ofen und die Heizung der Molekularstrahlapparatur . . . . .	43
4.5	Das Massenspektrum eines NaK-Molekularstrahls . . . . .	46
4.6	Die Energiepotentialkurven des NaK-Dimers . . . . .	49
4.7	Die Übergangsdipolmomente der Übergänge $A(6)^1\Sigma^+ \leftarrow A(2)^1\Sigma^+$ und $B(3)^1\Pi \leftarrow A(2)^1\Sigma^+$ des NaK-Dimers . . . . .	54
4.8	Das Pump-Probe-Spektrum im $A(2)^1\Sigma^+$ -Zustand des NaK-Dimers	55
4.9	Das Pump-Probe-Spektrum im $B(3)^1\Pi$ -Zustand des NaK-Dimers	56
4.10	Die Franck-Condon-Faktoren des NaK-Dimers . . . . .	59
4.11	Die Optimierungsverläufe der Phasen- und Amplitudenoptimie- rung für die Zentralwellenlänge $\lambda = 770$ nm (Maximierung und Minimierung) bei NaK . . . . .	61
4.12	Die optimierte Spektren der Phasen- und Amplitudenoptimierung für die Zentralwellenlänge $\lambda = 770$ nm (Maximierung und Mini- mierung) bei NaK . . . . .	63
4.13	Das vorgeschlagene Anregungsschema für die isotopenselektive An- regung von NaK . . . . .	66
4.14	Die Kreuzkorrelationen und XFROGs der optimierten Pulse für Phasen- und Amplitudenmodulation für die Zentralwellenlänge $\lambda$ $= 770$ nm (Maximierung und Minimierung) bei NaK . . . . .	67
4.15	Die Optimierungsverläufe der Phasen- und Amplitudenoptimie- rung für die Zentralwellenlänge $\lambda = 780$ nm (Maximierung und Minimierung) bei NaK . . . . .	70

4.16	Die phasen- und amplitudenoptimierten Spektren der Maximierungen und Minimierungen des Isotopomerenverhältnisses für die Zentralwellenlängen $\lambda = 770$ und $780$ nm bei NaK . . . . .	71
4.17	Die Kreuzkorrelationen für die Phasen- und Amplitudenoptimierung für die Zentralwellenlänge $\lambda = 780$ nm (Maximierung und Minimierung) bei NaK . . . . .	74
4.18	Die Optimierungsverläufe für reine Amplitudenmodulation für die Zentralwellenlängen $\lambda = 770$ nm und $\lambda = 780$ nm (Maximierungen und Minimierungen) bei NaK . . . . .	75
4.19	Die Kreuzkorrelationen der amplitudenoptimierten Pulse für die Zentralwellenlängen $\lambda = 770$ nm und $\lambda = 780$ nm (Maximierungen und Minimierungen) bei NaK . . . . .	76
4.20	Die optimierten Spektren der reinen Amplitudenmodulation für die Zentralwellenlängen $\lambda = 770$ nm und $\lambda = 780$ nm (Maximierungen und Minimierungen) bei NaK . . . . .	78
4.21	Die Optimierungsverläufe für reine Phasenmodulation für die Zentralwellenlängen $\lambda = 770$ nm und $\lambda = 780$ nm (Maximierungen und Minimierungen) bei NaK . . . . .	79
4.22	Die optimierten Spektren der rein phasenmodulierten Pulse für die Zentralwellenlängen $\lambda = 770$ nm und $\lambda = 780$ nm (Maximierungen und Minimierungen) bei NaK . . . . .	80
4.23	Die Kreuzkorrelationen und XFROGs der phasenoptimierten Pulse für die Zentralwellenlängen $\lambda = 770$ nm und $\lambda = 780$ nm (Maximierungen und Minimierungen) bei NaK . . . . .	81
4.24	Der Vergleich von phasenoptimierten Pulsen der isotopenselektiven $^{23}\text{Na}^{39}\text{K}/^{23}\text{Na}^{41}\text{K}$ -Maximierung des Experiments (CLL) und der Theorie (OCT) . . . . .	85
4.25	Die OCT-Ergebnisse zur isotopenselektiven $^{23}\text{Na}^{39}\text{K}/^{23}\text{Na}^{41}\text{K}$ -Maximierung ausgehend vom experimentell optimierten Puls bei reiner Phasenmodulation . . . . .	87
4.26	Der Vergleich von phasen- und amplitudenoptimierten Pulsen der isotopenselektiven $^{23}\text{Na}^{39}\text{K}/^{23}\text{Na}^{41}\text{K}$ -Maximierung des Experiments (CLL) und der Theorie (OCT) . . . . .	90
4.27	Das Massenspektrum eines KRb-Molekularstrahls . . . . .	94
4.28	Die Auflösung des 640-Pixel-Modulators . . . . .	96
4.29	Die Energiepotentialkurven des KRb-Dimers . . . . .	97
4.30	Die Optimierungsverläufe für die simultane Phasen- und Amplitudenmodulation bei KRb . . . . .	101
4.31	Die optimierten Spektren der Maximierung und Minimierung der simultanen Phasen- und Amplitudenmodulation bei KRb . . . . .	102
4.32	Die optimierten Kreuzkorrelationen und XFROGs der Maximierung und Minimierung der simultanen Phasen- und Amplitudenmodulation bei KRb . . . . .	105

4.33	Die Optimierungsverläufe der Maximierung und Minimierung der rein amplitudenoptimierten Pulse bei KRb . . . . .	106
4.34	Die optimierten Spektren der Maximierung und Minimierung der rein amplitudenoptimierten Pulse bei KRb . . . . .	107
4.35	Die Optimierungsverläufe der Maximierung und Minimierung der rein phasenoptimierten Pulse bei KRb . . . . .	109
4.36	Die optimierten Kreuzkorrelationen und XFROGs der Maximierung und Minimierung der reinen Phasenmodulation bei KRb . . . . .	110
5.1	Die Kraft der optischen Melasse . . . . .	116
5.2	Der schematische Aufbau einer MOT . . . . .	117
5.3	Die Zeemann-Aufspaltung in der MOT . . . . .	118
5.4	Das Prinzip der Photoassoziation . . . . .	120
5.5	Die Energiepotentialkurven der Rb(5p)+Rb(5s)-Asymptote . . . . .	121
5.6	Die Energiepotentialkurven der Rb(5p)+Rb(5s)-Asymptote mit Hyperfeinstrukturaufspaltung . . . . .	122
5.7	Die $^{85}\text{Rb}_2$ -Energieniveaus mit Hyperfeinstrukturaufspaltung . . . . .	124
5.8	Der Aufbau eines NOPAs . . . . .	126
5.9	Der Aufbau des Pump-Probe-Experiments an der MOT . . . . .	127
5.10	Eine Veranschaulichung des teilweisen Blockierens des Pump-Puls-Spektrums . . . . .	128
5.11	Das Spektrum des Pump-Pulses mit einer Kante $8\text{ cm}^{-1}$ rot verschoben von der $D_1$ -Linie . . . . .	131
5.12	Die Pump-Probe-Messungen für Kantenpositionen rot verschoben von der $D_1$ -Linie . . . . .	132
5.13	Die Pump-Probe-Messungen für Kantenpositionen blau verschoben von der $D_1$ -Linie . . . . .	135
5.14	Die Auftragung der $\text{Rb}_2^+$ -Signalhöhen für negative und positive Verzögerungszeiten mit einem auf einen $6\text{ cm}^{-1}$ breiten Gauß-Puls eingeschränkten Pump-Puls um die $D_1$ -Linie . . . . .	136
5.15	Die Ergebnisse der Pump-Probe-Spektroskopie $8\text{ cm}^{-1}$ rot verschoben von der $D_1$ -Linie mit gechirptem Pump-Puls . . . . .	138
5.16	Die Ergebnisse der Pump-Probe-Spektroskopie $8\text{ cm}^{-1}$ rot verschoben von der $D_1$ -Linie mit gechirptem Pump-Puls mit auf Null gesetzten Kreuzkorrelationen . . . . .	139
5.17	Die Ergebnisse der Pump-Probe-Spektroskopie $6\text{ cm}^{-1}$ blau verschoben von der $D_1$ -Linie mit gechirptem Pump-Puls . . . . .	141
5.18	Die Ergebnisse der Pump-Probe-Spektroskopie $6\text{ cm}^{-1}$ blau verschoben von der $D_1$ -Linie mit gechirptem Pump-Puls mit auf Null gesetzten Kreuzkorrelationen . . . . .	143
5.19	Die Pump-Probe-Messungen für unterschiedliche NOPA-Wellenlängen bei einer Kantenposition $14\text{ cm}^{-1}$ rot verschoben von der $D_2$ -Linie . . . . .	144

5.20	Die Pump-Probe-Messungen für Kantenpositionen rot verschoben von der $D_2$ -Linie . . . . .	146
5.21	Die Pump-Probe-Messungen für Kantenpositionen blau verschoben von der $D_2$ -Linie . . . . .	148
5.22	Die Auftragung der $Rb_2^+$ -Signalhöhen für negative und positive Verschiebungszeiten mit einem auf einen $6\text{ cm}^{-1}$ breiten Gauß-Puls eingeschränkten Pump-Puls um die $D_2$ -Linie . . . . .	150
5.23	Die $Rb_2^+$ -Pump-Probe-Messungen mit einem auf einen $6\text{ cm}^{-1}$ breiten Gauß-Puls eingeschränkten Pump-Puls um die $D_2$ -Linie . . . . .	151
5.24	Die Ergebnisse der Pump-Probe-Spektroskopie $14\text{ cm}^{-1}$ rot verschoben von der $D_2$ -Linie mit gechirptem Pump-Puls . . . . .	152
5.25	Die Ergebnisse der Pump-Probe-Spektroskopie $14\text{ cm}^{-1}$ rot verschoben von der $D_2$ -Linie mit gechirptem Pump-Puls mit auf Null gesetzten Kreuzkorrelationen . . . . .	154
5.26	Die Ergebnisse der Pump-Probe-Spektroskopie $8$ und $20\text{ cm}^{-1}$ rot verschoben von der $D_2$ -Linie mit gechirptem Pump-Puls . . . . .	155
5.27	Die Ergebnisse der Pump-Probe-Spektroskopie $8\text{ cm}^{-1}$ blau verschoben von der $D_2$ -Linie mit gechirptem Pump-Puls . . . . .	157
5.28	Die Ergebnisse der Pump-Probe-Spektroskopie $8\text{ cm}^{-1}$ blau verschoben von der $D_2$ -Linie mit gechirptem Pump-Puls mit auf Null gesetzten Kreuzkorrelationen . . . . .	159
5.29	Ein exemplarischer Vergleich von Molekülsignal und MOT-Fluoreszenzsignal . . . . .	160
5.30	Das Singulett- und Triplett-EPS-Schema für $Rb_2$ . . . . .	163
5.31	Die gebundenen Zustände $0_u^+$ , $1_g$ und $0_g^-$ des Hundschen Falls (c) sowie die Zustände des Hundschen Falls (a) . . . . .	164
5.32	Das mögliche Anregungsschema für schwach gebundene $Rb_2$ -Moleküle bei der Pump-Probe-Spektroskopie . . . . .	165
5.33	Die Differenzbildung von Pump-Probe-Signalen zur Verdeutlichung der Bildung von Schwingungsfunktionen in unterschiedlich tiefen Vibrationsniveaus . . . . .	167
5.34	Das mögliche Anregungsschema für photoassoziierte $Rb_2$ -Moleküle bei der Pump-Probe-Spektroskopie . . . . .	172