

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Beschreibung des Themengebietes	1
1.2	Stand der Forschung	3
1.3	Ziel dieser Arbeit	4
1.4	Aufbau der Arbeit	5
2	Theoretische Grundlagen	7
2.1	Allgemeine Eigenschaften niederdimensionaler Halbleiterstrukturen	7
2.2	Quantenpunkte	9
2.2.1	Dreidimensionales Confinement einzelner Ladungsträger .	9
2.2.2	Vergleich mit dem Atom	10
2.3	Wechselwirkungen im Quantenpunkt	11
2.3.1	Coulomb-Wechselwirkung — Mehrteilchenzustände . . .	11
2.3.2	Feinstruktur der Mehrteilchenzustände — Austausch und Korrelation	16
2.3.3	Austausch und Korrelation — vereinfachter Ansatz	22
2.3.4	Feinstruktur komplexerer Mehrteilchenzustände	25
2.3.5	Wechselwirkung mit externen elektrischen Feldern — Quantum-Confined Stark-Effect	27
2.3.6	Wechselwirkung mit dem Kristallgitter — Phononenkopp- lung	32
2.4	Emissionslinienbreiten	38
2.5	Dynamische Eigenschaften von 0D-Exzitonen	40
2.5.1	Einfang	41
2.5.2	Relaxation	43
2.5.3	Rekombination	44
2.5.4	Dynamik der Lumineszenz von Quantenpunkten	45

3	Experimentelle Techniken	47
3.1	Kathodolumineszenzspektroskopie	47
3.1.1	Kathodolumineszenz	47
3.1.2	Aufbau der Kathodolumineszenzsystems	48
3.1.3	Kathodolumineszenz einzelner Quantenpunkte	53
3.2	Kathodolumineszenz mit Schattenmasken	55
3.3	Photolumineszenz-Anregungsspektroskopie	61
4	Wachstum und Proben	63
4.1	Herstellung selbstorganisierter CdSe Quantenpunkte	63
4.1.1	Dreidimensionales Wachstum	64
4.1.2	Zweidimensionales Inselwachstum	66
4.2	Struktur der untersuchten Proben	67
4.2.1	Aufbau und Schichtfolgen	67
4.2.2	Strukturelle Charakterisierung	68
4.2.3	Optische Eigenschaften und elektronische Struktur	69
5	Ergebnisse	71
5.1	Eigenschaften einzelner Quantenpunkte	72
5.1.1	Identifikation der Emission eines einzelnen Quantenpunktes	72
5.2	Eigenschaften des Ensembles	85
5.2.1	Photolumineszenz-Anregungsspektroskopie	85
5.2.2	Temperaturabhängige Messungen am Ensemble	90
5.2.3	Dynamische Eigenschaften	91
5.3	Wechselwirkungen mit der Umgebung	104
5.3.1	Elektrische Felder	104
5.3.2	Phononische Effekte	113
5.3.3	Temperaturabhängige Messungen an einzelnen Quantenpunkten	116
6	Modellrechnungen	127
6.1	Rechenmodell	128
6.2	Ergebnisse	130
6.2.1	Strukturberechnung	130
6.2.2	Einteilchenzustände	136
6.2.3	Mehrteilchenzustände	143
6.2.4	Form des Emissionsspektrums	150
6.2.5	Feldeffekte	154
6.3	Kopplung an LO-Phononen	157

7 Zusammenfassung und Ausblick	161
Literaturverzeichnis	167
A Berechnung gebundener Zustände	181
A.1 Berechnung der Gitterverzerrung	181
A.2 Berechnung der Einteilchen-Wellenfunktionen	186
B Materialparameter für ZnSe und CdSe	191
C Auswertung von Quantenpunktspektren	195
Danksagung	201