

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	5
2	MOTIVATION	9
3	GRUNDLAGEN: VON QUASI FREIEN ELEKTRONEN ZU QUANTENPUNKTSTRUKTUREN	13
3.1	Quantenstrukturen: Übersicht	13
3.2	Quantentöpfe	15
3.3	Quantendrähte	16
3.4	Quantenpunkte	17
4	PROBENMATERIAL: HERSTELLUNG UND AUFBAU	19
4.1	Probenherstellung: Stranski-Krastanov Verfahren	20
4.2	Probenaufbau	21
4.2.1	Probe 1: Quantenpunkte	21
4.2.2	Probe 2: Quantenringe	23
4.2.3	Probe 3: Quantenpunkte in 2 Schichten	26
4.3	Elektronisches System der Proben	27
4.4	Charakterisierung der Proben	28
5	MESSTECHNIK	33
5.1	Konfokales Tieftemperatur-Mikroskop	33
5.1.1	Aufbau	34
5.1.2	Optischer Pfad	35
5.1.3	Auflösungsvermögen	36
5.1.4	Verbesserung der Auflösung: Lochblende	37
5.1.5	Abschätzung zur Photonenausbeute	41
5.1.6	Die Abschätzung in der Theorie...	42
5.1.7	... und der Vergleich mit der Praxis	44
5.2	Nahfeldoptisches Tieftemperatur-Mikroskop	45
5.2.1	Aufbau	45
5.2.2	Optischer Pfad	46
5.3	Weitere Geräte	48
5.3.1	Tieftemperatur-Positionierer	48
5.3.2	Spektrometer	49
5.3.3	Stickstoffgekühlte CCD-Kamera	49

6	ERGEBNISSE	51
6.1	Unterdrückung der Photolumineszenz von Quantenpunkten: „PL-Quenching“	53
6.1.1	Grundlagen: Tunnelprozess und Transmissionswahrscheinlichkeit	53
6.1.2	Proben	57
6.1.3	Messung	58
6.1.4	Unterdrückung von Photolumineszenz bei negativen Gatespannungen	59
6.1.5	Fazit	64
6.2	Abhängigkeit der Photolumineszenz von der Pumpleistung: Speichern von Ladungsträgern in Quantenpunkten	65
6.2.1	Grundlagen	65
6.2.2	Proben	66
6.2.3	Messung	67
6.2.4	Speichereffekte	67
6.2.5	Fazit	72
6.3	Optische Eigenschaften von ladungsabstimmbaren Quantenstrukturen	73
6.3.1	Grundlagen	73
6.3.2	Proben	76
6.3.3	Messung	76
6.3.4	Energieverschiebungen	77
6.3.5	Linienbreiten, Lebensdauern und Relaxationsraten	84
6.3.6	Tunneleffekte	86
6.3.7	Fazit	87
6.4	Einfluss von elektrischen Feldern: Stark-Effekt	89
6.4.1	Grundlagen	89
6.4.2	Proben	92
6.4.3	Messung	92
6.4.4	Stark-Effekt	93
6.4.5	Fazit	102
6.5	Einfluss von magnetischen Feldern: Zeeman-Effekt und Diamagnetismus	103
6.5.1	Grundlagen	103
6.5.2	Proben	104
6.5.3	Messung	105
6.5.4	Magneto-Photolumineszenz	105
6.5.5	Zeeman-Effekt	106
6.5.6	Diamagnetismus	109
6.5.7	Elektronisches Ringpotential und Aharanov-Bohm-Effekt	114
6.5.8	Fazit	117

7	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	119
7.1	Zusammenfassung	119
7.2	Ausblick	123
8	LITERATUR	127
	ANHANG A: ABBILDUNGSVERZEICHNIS	133
	ANHANG B: PUBLIKATIONSLISTE DES AUTORS	139
	DANKSAGUNG	141
	LEBENS LAUF	143