



Heiko Priller (Autor)

## **Hochanregungsspektroskopie an Zinkoxid**

Heiko Priller

### **Lumineszenzdynamik und Hochanregungsspektroskopie an Zinkoxid**



Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2642>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeine Grundlagen von Zinkoxid</b>	<b>5</b>
2.1	Kristall- und Bandstruktur . . . . .	5
2.1.1	Kristallstruktur . . . . .	5
2.1.2	Bandstruktur . . . . .	7
2.1.3	Symmetrie der Bänder in ZnO . . . . .	10
2.2	Phononen . . . . .	12
2.3	Optische Anregung . . . . .	15
2.3.1	Exzitonen . . . . .	15
2.3.2	Photolumineszenz der Exzitonen . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Experimentelle Methoden</b>	<b>23</b>
3.1	Optische Spektroskopie . . . . .	23
3.1.1	Lineare optische Spektroskopie . . . . .	24
3.1.2	Spektroskopiemethoden . . . . .	26
3.2	Orts- und zeitaufgelöste PL-Spektroskopie . . . . .	29
3.3	Optische Hochanregungsspektroskopie . . . . .	30
<b>4</b>	<b>Probencharakterisierung</b>	<b>33</b>
4.1	Volumenproben - Epitaxieschichten . . . . .	33
4.2	Nanosäulen . . . . .	39
<b>5</b>	<b>Verlauf der elektronischen Bandlücke von 10-800 K</b>	<b>43</b>
5.1	Theorie der temperaturabhängigen Bandlücke . . . . .	44
5.1.1	Unterschiedliche Modelle . . . . .	44
5.1.2	Detaillierte Beschreibung . . . . .	45
5.1.3	Verlauf der Bandlücke . . . . .	50
5.2	Diskussion der Messergebnisse . . . . .	52
5.2.1	Transmissionsmessungen . . . . .	53
5.2.2	Vergleich mit PL-Messungen . . . . .	54

5.3	Urbach-Martienssen-Modell . . . . .	55
5.3.1	Absorptionsspektrum . . . . .	55
5.3.2	Bestimmen von $\alpha_0$ und $E_0$ . . . . .	56
5.3.3	Bestimmen von $\sigma(T)$ und $E_U$ . . . . .	57
<b>6</b>	<b>Räumliche Ausbreitung störstellegebundener Lumineszenz</b>	<b>59</b>
6.1	Störstellegebundene Lumineszenz in ZnO . . . . .	60
6.2	Räumliche Ausbreitung der orangen Lumineszenz . . . . .	61
6.2.1	Versuchsanordnung . . . . .	61
6.2.2	Experimentelle Ergebnisse . . . . .	62
6.3	Diffusionsmodell . . . . .	63
6.4	Diskussion des Transportmechanismus . . . . .	65
<b>7</b>	<b>Lumineszenzdynamik in ZnO-Nanosäulen</b>	<b>67</b>
7.1	Zeitaufgelöste PL . . . . .	67
7.1.1	Absättigung von Defektzuständen . . . . .	69
7.1.2	Ratengleichungsmodell . . . . .	69
7.1.3	Fazit . . . . .	71
7.1.4	Messungen bei niedrigen Anregungsdichten . . . . .	72
7.1.5	Zerfallsassoziierte Spektren . . . . .	72
7.2	Temperaturabhängige Lebensdauer . . . . .	76
7.2.1	Experimentelle Ergebnisse . . . . .	77
7.2.2	Diskussion . . . . .	79
<b>8</b>	<b>Optische Hochanregung</b>	<b>81</b>
8.1	Übersicht . . . . .	82
8.2	Ausgewählte Hochanregungseffekte . . . . .	84
8.2.1	Exziton-Exziton-Streuung . . . . .	84
8.2.2	Elektron-Loch-Plasma . . . . .	85
8.3	Stimulierte Emission . . . . .	88
8.3.1	Band-Band-Übergang . . . . .	88
8.3.2	Exziton-Exziton-Streuung . . . . .	90
8.3.3	Schwellwertverhalten . . . . .	90
8.3.4	Experimentelle Ergebnisse . . . . .	92
8.4	Messung der optischen Verstärkung . . . . .	96
8.4.1	Variable Strichlängenmethode . . . . .	97
8.4.2	Ergebnisse . . . . .	100
8.5	Fazit . . . . .	101
8.6	Hochanregung von Nanosäulen . . . . .	102
8.7	Hochanregung von ZnO/ZnMgO - Quantenfilmen . . . . .	102

<b>9 Zusammenfassung</b>	<b>105</b>
<b>Publikationen</b>	<b>109</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>113</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>117</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>119</b>
<b>Danksagung</b>	<b>129</b>