

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung	5
2.1 Reduktion der optischen Leistung	5
2.2 Weitere Degradationseffekte	8
2.3 Besonderheiten bei AlGaN-basierten UV-LEDs	10
3 Experimentelle Details	13
3.1 Probenbeschreibung	13
3.1.1 Heterostruktur	13
3.1.2 Mesageometrie	15
3.2 Methoden der Charakterisierung	18
3.2.1 Alterungsmessplätze	18
3.2.2 Intensitätsverteilung der Elektrolumineszenz	20
3.2.3 Intensitätsverteilung der Photolumineszenz	21
3.2.4 Zeitaufgelöste Photolumineszenz	23
3.2.5 Simulation der Ladungsträgerdichte	24
4 Graduelle Degradation	27
4.1 Einfluss der Betriebsparameter Strom und Temperatur	27
4.2 Stromdichte als Beschleunigungsfaktor	33
4.2.1 Herleitung einer mathematischen Beschreibung am Beispiel einer UVB-LED	34
4.2.2 Anwendung der Beschreibung auf UVC-LEDs	40
4.3 Die Rolle der Stromdichteverteilung	45
4.3.1 Stromdichteverteilung in Abhängigkeit des angelegten Stroms	45
4.3.2 Homogenität und effektive Stromdichte	51
4.3.3 Stromdichteverteilung in Abhängigkeit des Chip-Designs	55
4.4 Einfluss von Dichte und Verteilung der Ladungsträger	62
4.4.1 Simulation der Ladungsträgerverteilung in der aktiven Zone	62
4.4.2 Zusammenhang von Ladungsträgerverteilung und Degradation	64
4.4.3 Verknüpfung von Degradations- und Rekombinationsraten	69
4.4.4 Auger-Rekombinationsrate und stromabhängige Alterung	74
4.5 Die Rolle der Defektdichte	79
4.6 Korrelation von optischer Leistung und Degradationsrate	86
4.6.1 Ladungsträgerdichte	86

4.6.2	Versetzungsdichte	88
4.7	Degradationsmodell	90
4.7.1	Diskussion der Ergebnisse und Modellbildung	90
4.7.2	Theoretische Betrachtung anhand der Ratengleichung	92
5	Weitere Mechanismen und Effekte der graduellen Degradation	97
5.1	Die Rolle von Leckströmen	97
5.2	Zeitliche Änderung der Lumineszenzintensitätsverteilung	102
5.2.1	Verteilung der Elektrolumineszenzintensität	104
5.2.2	Verteilung der Photolumineszenzintensität und strahlende Re-kombinationseffizienz	109
5.3	Ladungsträgerdynamik der aktiven Zone	113
5.3.1	Zeitaufgelöste Photolumineszenz während des Betriebs	113
5.3.2	Diskussion zur Verkürzung der PL-Abklingzeit	118
5.4	Zeitabhängigkeit der Degradation als Folge der Stromdichteverteilung	122
6	Plötzliche Totalausfälle	125
6.1	Einfluss der Betriebsparameter	125
6.2	Zeitliche Betrachtung und Extrapolation	126
7	Zusammenfassung und Ausblick	129
Literaturverzeichnis		134
Appendix		vii
Eigene Veröffentlichungen		xi
Abkürzungsverzeichnis		xv
Danksagung		xvii