Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **1**

2 Grundlagen **5**

2.1 Das GaN-Materialsystem 5

2.1.1 Kristallstruktur und elektronische Bandstruktur 5

2.1.2 p- und n-Dotierung in GaN 7

2.1.3 Die ternären Verbindungen GaInN und AlGaN 8

2.1.4 Piezoelektrische Polarisation 10

2.2 Metallorganische Gasphasenepitaxie 12

2.3 Heteroepitaxie 14

2.3.1 Verspannung 14

2.3.2 GaN-Epitaxie auf Al_2O_3-Substraten 18

2.3.3 GaN-Epitaxie auf SiC-Substraten 20

3 Versetzungen und Defekte **21**

3.1 Theoretische Grundlagen 21

3.2 Versetzungsarten im Wurtzitkristall 24

3.3 Shockley-Read-Hall-Rekombination 28

4 Charakterisierungsmethoden **31**

4.1 Röntgendiffraktometrie 31

4.2 Mikroskopie-Methoden 35

4.3 Photolumineszenz-Spektroskopie 36

4.4 Transmissionselektronen-Mikroskopie (TEM) 39

4.5 Sekundärionen-Massenspektroskopie (SIMS) 42

5 In situ Methoden zur Defektreduzierung **43**

5.1 Defektreduzierung mittels in situ SiN-Zwischenschichten 43

5.1.1 In situ SiN in GaN auf SiC-Substraten 46

5.1.1.1 Epitaxie und Defektreduzierung 46

5.1.1.2 Charakterisierung der Versetzungsarten 55

5.1.1.3 Modell der Defektreduzierung 61

5.1.1.4 Einfluss des Wachstumsdrucks 64

5.1.2 In situ SiN in AlGaN auf SiC-Substraten 67

5.1.3 In situ SiN in GaN auf Al_2O_3-Substraten 79

5.2 Defektreduzierung mittels GaN-Nukleationsschichten 82
5.2.1 Optimierung von GaN-Pufferschichten auf Al_2O_3-Substraten 82
5.2.2 GaN-Renukleation auf SiC-Substraten 85
5.3 Zusammenfassung 86

6 Ex situ Methode zur Defektreduzierung: ELOG („Epitaxial Lateral Overgrowth“) auf SiC 89
6.1 ELOG-GaN auf SiC mittels MOVPE 89
6.2 Untersuchungen zur Flügelverkippung („*Wing-Tilt*“) 97
6.3 Zusammenfassung und Ausblick 105

7 Anwendung defektreduzierender Maßnahmen in opto-elektronischen Bauelementen 107
7.1 In situ Defektreduzierung in GaInN-LEDs 107
7.1.1 Einfluss der Defektreduzierung auf die Elektrolumineszenz 108
7.1.2 Charakterisierung der optisch aktiven GaInN-Quantenfilme 112
7.1.2.1 Quantitative Analyse der GaInN-Quantenfilme mit DALI 113
7.1.2.2 Theoretische Modellierung der Indium-Fluktuationen 119
7.1.3 Diskussion der Ergebnisse 124
7.2 In situ SiN-Zwischenschichten in GaInN-Laserdioden 132
7.2.1 Epitaxie und Charakterisierung von GaInN-Laserdioden 133
7.2.2 Einfluss der in situ SiN-Schicht auf die Lasereigenschaften 135
7.3 Zusammenfassung 141

8 Zusammenfassung und Ausblick 143
Conclusion and Outlook 147

A Anhang 151
A.1 Analyse von Mischkristallen mittels Röntgendiffraktometrie 151
A.2 Prozessierung von Laserdioden 152
A.3 Externe und interne Quanteneffizienz 154

Literaturverzeichnis 155
Publikationen und Vorträge 165
Lebenslauf 167
Danksagung 169