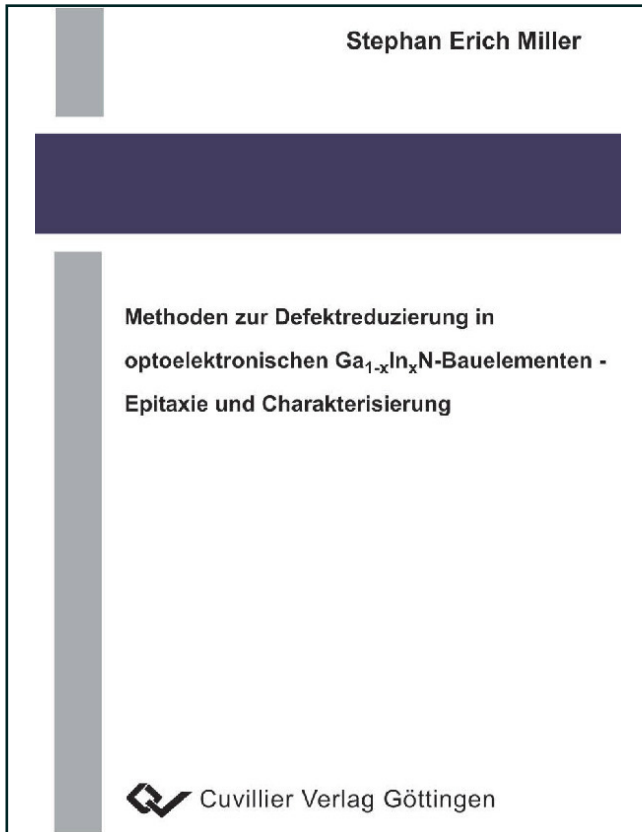




Stephan Erich Miller (Autor)  
**Methoden zur Defektreduzierung in  
optoelektronischen Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N-Bauelementen -  
Epitaxie und Charakterisierung**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2143>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-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>Grundlagen</b>	<b>5</b>
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 Polarisierung	10
2.2	Metallorganische Gasphasenepitaxie	12
2.3	Heteroepitaxie	14
2.3.1	Verspannung	14
2.3.2	GaN-Epitaxie auf Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Substraten	18
2.3.3	GaN-Epitaxie auf SiC-Substraten	20
<b>3</b>	<b>Versetzungen und Defekte</b>	<b>21</b>
3.1	Theoretische Grundlagen	21
3.2	Versetzungsarten im Wurtzitkristall	24
3.3	Shockley-Read-Hall-Rekombination	28
<b>4</b>	<b>Charakterisierungsmethoden</b>	<b>31</b>
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
<b>5</b>	<b>In situ Methoden zur Defektreduzierung</b>	<b>43</b>
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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Substraten	79

---

5.2	Defektreduzierung mittels GaN-Nukleationsschichten	82
5.2.1	Optimierung von GaN-Pufferschichten auf Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Substraten	82
5.2.2	GaN-Renuklation auf SiC-Substraten	85
5.3	Zusammenfassung	86
<b>6</b>	<b>Ex situ Methode zur Defektreduzierung: ELOG („Epitaxial Lateral Overgrowth“) auf SiC</b>	<b>89</b>
6.1	ELOG-GaN auf SiC mittels MOVPE	89
6.2	Untersuchungen zur Flügelverkipfung („Wing-Tilt“)	97
6.3	Zusammenfassung und Ausblick	105
<b>7</b>	<b>Anwendung defektreduzierender Maßnahmen in optoelektronischen Bauelementen</b>	<b>107</b>
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
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>143</b>
	<b>Conclusion and Outlook</b>	<b>147</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>151</b>
A.1	Analyse von Mischkristallen mittels Röntgendiffraktometrie	151
A.2	Prozessierung von Laserdioden	152
A.3	Externe und interne Quanteneffizienz	154
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>155</b>
	<b>Publikationen und Vorträge</b>	<b>165</b>
	<b>Lebenslauf</b>	<b>167</b>
	<b>Danksagung</b>	<b>169</b>