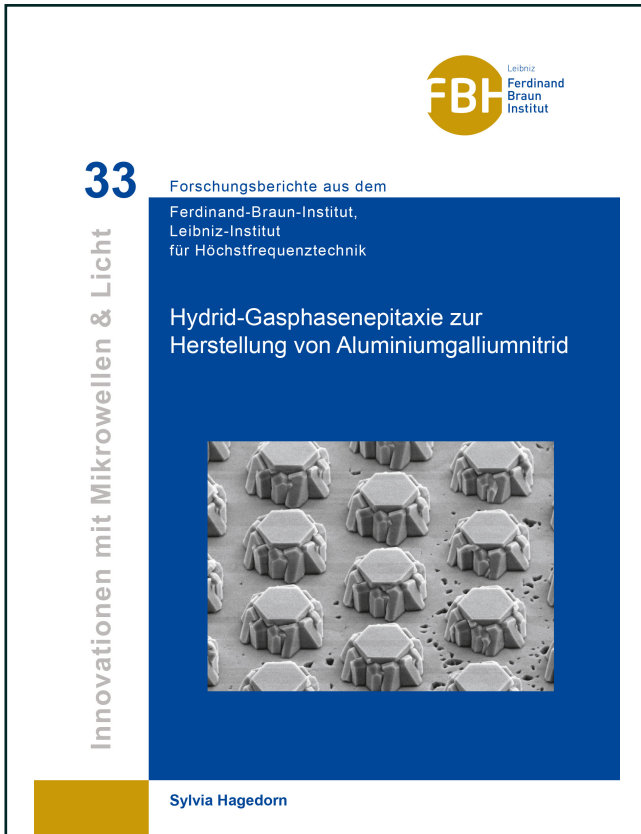




Sylvia Hagedorn (Autor)  
**Hybrid-Gasphasenepitaxie zur Herstellung von  
Aluminiumgalliumnitrid**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6966>

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 und Aufgabenstellung</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Eigenschaften und Charakterisierung von <math>\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}</math></b> | <b>8</b>  |
| 2.1      | Kristallstruktur . . . . .   | 8         |
| 2.2      | Epitaxiegesetze für das Wachstum auf Saphir . . . . .  | 12        |
| 2.3      | Versetzungen im c-planar orientierten AlGaN . . . . .  | 14        |
| 2.4      | Methoden zur Materialcharakterisierung . . . . .   | 15        |
| 2.4.1    | Röntgendiffraktometrie . . . . .   | 16        |
| 2.4.2    | Rasterelektronenmikroskopie . . . . .  | 20        |
| 2.4.3    | Transmissionselektronenmikroskopie . . . . .   | 21        |
| <b>3</b> | <b>Theoretische und experimentelle Grundlagen der Hydrid-Gasphasenepitaxie</b>                 | <b>25</b> |
| 3.1      | Ausgangssituation: GaN-HVPE-Reaktor . . . . .  | 25        |
| 3.2      | Literaturrecherche zur AlGaN-HVPE . . . . .  | 27        |
| 3.3      | Aufbau des AlGaN HVPE-Reaktors . . . . .   | 29        |
| 3.4      | Abscheidung von AlGaN mit Duschaufsatz und quasi-thermodynamische Beschreibung . . . . .       | 30        |
| 3.5      | Optimierung der Reaktorgeometrie . . . . .   | 32        |
| 3.5.1    | Anwendbarkeit der quasi-thermodynamischen Beschreibung auf das Gasleitkammersystem . . . . .   | 34        |
| 3.5.2    | Zusammensetzungshomogenität und Substratrotation . . . . .                                     | 40        |
| 3.6      | Eigenschaften der Al-Quelle . . . . .  | 42        |
| <b>4</b> | <b>Planares Wachstum von <math>\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}</math> auf Saphir</b>        | <b>45</b> |
| 4.1      | Morphologiestörungen beim planaren Wachstum . . . . .  | 48        |
| 4.2      | Substratkonditionierung mit $\text{AlCl}_3$ . . . . .  | 50        |
| 4.3      | Nitridierung der Saphiroberfläche . . . . .  | 51        |
| 4.4      | Einfluss eines AlN-Puffers . . . . .   | 56        |
| 4.5      | Einfluss von Wasserstoff im Trägergas . . . . .  | 61        |
| <b>5</b> | <b>Epitaktisch laterales Überwachsen</b>   | <b>65</b> |
| 5.1      | Überwachsen WSiN-maskierter Substrate . . . . .  | 67        |
| 5.2      | Herstellung strukturierter Substrate . . . . .   | 68        |
| 5.3      | Überwachsen von Grabenstrukturen . . . . .   | 70        |



|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 5.3.1    | Gräben entlang [1-100] <sub>Saphir</sub> . . . . .                                | 71         |
| 5.3.2    | Gräben entlang [11-20] <sub>Saphir</sub> . . . . .                                | 83         |
| <b>6</b> | <b>Parameterstudien zum Wachstum von c-planarem AlGaN auf Grabenstrukturen</b>    | <b>86</b>  |
| 6.1      | Einfluss eines AlN-Puffers . . . . .  | 88         |
| 6.2      | Einfluss des Gesamtdrucks . . . . .   | 89         |
| 6.3      | Einfluss des V/III-Verhältnisses . . . . .  | 92         |
| 6.4      | Einfluss des Substratfehlschnitts . . . . .                                       | 94         |
| 6.5      | Variation der Wachstumstemperatur . . . . .                                       | 102        |
| <b>7</b> | <b>Materialeigenschaften von c-planarem ELO-Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N</b>   | <b>106</b> |
| 7.1      | Strukturelle Eigenschaften . . . . .  | 106        |
| 7.2      | Optische Eigenschaften . . . . .  | 108        |
| 7.3      | Bestimmung der Versetzungsdichte . . . . .  | 111        |
| 7.4      | Erhöhung der AlGaN-Schichtdicke auf grabenstrukturierten PSS . . . . .            | 116        |
| <b>8</b> | <b>Variation der Substratstruktur für ELO von Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N</b> | <b>120</b> |
| 8.1      | ELO von AlGaN auf Saphir mit Säulen- und Wabenstruktur . . . . .                  | 120        |
| 8.2      | AlGaN-Wachstum auf verschieden orientierten Saphirfacetten . . . . .              | 124        |
| <b>9</b> | <b>Zusammenfassung</b>  | <b>134</b> |
|          | <b>Abbildungsverzeichnis</b>  | <b>137</b> |
|          | <b>Tabellenverzeichnis</b>  | <b>141</b> |
| <b>A</b> | <b>Tabellierung verwendeter Materialparameter</b>                                 | <b>143</b> |
| <b>B</b> | <b>Gravimetrische Bestimmung der Wachstumsrate</b>                                | <b>145</b> |
| <b>C</b> | <b>Bestimmung des Al-Gehalts</b>  | <b>146</b> |
| <b>D</b> | <b>Berechnung der Gleichgewichtspartialdrücke in der Substratzone</b>             | <b>147</b> |
|          | <b>Liste eigener Veröffentlichungen</b>   | <b>153</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>   | <b>155</b> |