7 Ausblick

Die in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen haben sich ausschließlich auf das quaternäre Materialsystem $Ga_xIn_{1-x}As_yP_{1-y}$ konzentriert. Theoretische Vorhersagen bezüglich der Mischungslücke betreffen jedoch nicht nur das genannte Materialsystem. Für viele andere technologisch relevante ternäre und quaternäre Materialsysteme wie z.B. den antimonhaltigen Systemen $GaAs_ySb_{1-y}$, $Ga_xIn_{1-x}As_ySb_{1-y}$ und $Al_xGa_{1-x}As_ySb_{1-y}$, die zur Herstellung von Infrarotdetektoren von besonderer Bedeutung sind, oder das Materialsystem für blaue Laser und LEDs, die Gruppe-III-Nitride mit Verbindungen aus In, Ga, Al und N, werden Mischungslücken vorausgesagt. Der Einsatz der Raster-Transmissionselektronenmikroskopie mit ihren vielfältigen Möglichkeiten könnte unter Berücksichtigung der bereits gewonnenen Erkenntnisse mit $Ga_xIn_{1-x}As_yP_{1-y}$ entscheidende Hinweise zur Optimierung der oben genannten Halbleiterschichtsysteme liefern.

In diesem Zusammenhang wäre der Einsatz eines RTEM mit einer Beschleunigungsspannung von 300 kV sinnvoll, denn Geräte, die mit dieser Spannung arbeiten, besitzen eine Ortsauflösung von ca. 0,14 nm. Solche Mikroskope sind bereits kommerziell erhältlich und sind vielversprechend eingesetzt worden [94], [95]. Dies wäre besonders für die Auswertung von Hochauflösungs-Ordnungszahlkontrastabbildungen von Interesse. In Verbindung mit dem Maximum-Entropie-Verfahren scheint es dann möglich, Entmischungsphänomene und Ordnungseffekte im Sub-Nanometerbereich quantifizieren zu können.

Bisher war es nur möglich, den Einfluss der Oberflächenrelaxation auf einzelne CBED-Beugungsmuster zu simulieren. Eine weitergehende Simulation von Ordnungszahlkontrastabbildungen war aufgrund von nicht vertretbar langen Rechenzeiten nicht durchführbar. Aus den Beugungsmustern wurde lediglich das Ordnungszahlkontrastsignal für einen einzelnen Messpunkt innerhalb eines Bildes bestimmt.
Durch die Entwicklung von immer leistungsfähigeren Rechnern können nun aber immer komplexere Computersimulationen durchgeführt werden. In Zukunft wird es dann auch möglich sein, den Einfluss der Oberflächenrelaxation auf die Ordnungszahlkontrastabbildung in Simulationen zu berücksichtigen. Dies würde zu einem vertiefenden Verständnis des Ordnungszahlkontrastes beitragen.

Generell wird in Zukunft die Ortsauflösung in der Raster-Transmissionselektronenmikroskopie immer mehr von Bedeutung sein. Schon längst ist der Schritt von der Mikroelektronik zur Nanoelektronik vollzogen. Die Verkleinerung der Strukturen für Halbleiterbauelemente geht mit unveränderter Geschwindigkeit weiter. Es wird erwartet, dass sich bis zum Jahr 2010 die Strukturgröße bis zur de Broglie Wellenlänge der Elektronen, die bei 20 nm liegt, weiter verringert [96]. Das Auftreten von Quanteneffekten im Nanometerbereich bietet die Chance zur Entwicklung neuartiger Bauelemente, die im Wesentlichen auf quantenmechanischen Effekten beruhen [97]. Diese Entwicklung zeigt, dass der Einsatz der hochortsauflösenden Charakterisierungsmethoden im RTEM ein großes Potential für zukünftige Anwendungen bietet.