

Zusammenfassung der Dissertation:

**Einkopplung in multimodale Lichtwellenleiter -
Wellentheoretische Analyse und ein Vergleich zur strahlenoptischen Modellierung**

des Herrn Matthias Stallein

Die Integration optischer Wellenleiter in eine herkömmliche elektrische Leiterplatte ist eine viel versprechende Ergänzung der konventionellen elektrischen Technologie, um dem steigenden Bedarf an Bandbreite gerecht zu werden. Analog zur etablierten elektrischen Verbindungstechnik existieren bereits erste Simulationsumgebungen für die Modellierung optischer Wellenleiterlagen. Diese beruhen jedoch gänzlich auf strahlenoptischen Verfahren, deren Gültigkeitsbereich noch nicht abschließend analysiert wurde. Ziel dieser Arbeit ist, die eingesetzten strahlenoptischen Verfahren durch einen Vergleich mit wellentheoretischen Referenzmodellen zu verifizieren. Der Fokus liegt auf der Beschreibung der Einkopplung optischer Wellen mit gaußförmigem Intensitätsprofil in eine kreiszylindrische Stufenindex-Faser. Darauf aufbauend wird die Wellenausbreitung im geraden und zirkular gekrümmten Schichtwellenleiter analysiert.

Das wellentheoretische Referenzmodell zur Beschreibung der Einkopplung basiert auf der klassischen Modentheorie und berücksichtigt alle ausbreitungsfähigen Moden der dielektrischen Faser. Zur Bestimmung der reflektierten und transmittierten Wellen wird die Faser in hinreichender Entfernung von einem leitenden Schirm umschlossen. Das resultierende diskrete Modenspektrum ermöglicht die Anwendung der Methode des Mode-Matching. Im strahlenoptischen Modell wird insbesondere untersucht, ob die Berücksichtigung der Goos-Hänchen-Verschiebung bei der Einkopplung in den Wellenleiter eine sinnvolle Ergänzung darstellt. Die Achse des einfallenden Gaußstrahls wird entweder verdreht oder lateral verschoben. Als Ergebnis eines umfassenden Vergleichs wurde festgestellt, dass die Berücksichtigung einer konstanten minimalen Goos-Hänchen-Verschiebung den mittleren Fehler im strahlenoptischen Modell deutlich reduziert. Auch für Wellenleiter mit kleinem Durchmesser und nur noch einigen zehn geführten Moden lässt sich die Einkopplung strahlenoptisch mit guter Genauigkeit modellieren.

Analoge Ergebnisse resultieren im Fall des planaren Schichtwellenleiters, für den auch die Übertragungseigenschaften analysiert wurden. Anhand des geraden Wellenleiters wird zunächst aufgezeigt, dass gute Übereinstimmung zwischen den Verfahren herrscht, unter der Voraussetzung einer hinreichend exakten Modellierung der Anregung. Die Schwierigkeit in der Modellierung offener zirkular gekrümmter Wellenleiter ist, dass das Modenspektrum vollkommen kontinuierlich und zudem nicht orthogonal ist. Es lassen sich jedoch einige quasi-geführte Moden isolieren, die mit den geführten Moden des geraden Wellenleiters korrespondieren und zur Beschreibung der Anbindung an gerade Wellenleiterelemente ausreichen. Auch hier zeigt sich eine im Mittel gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der wellentheoretischen und der strahlenoptischen Simulation.