

Forschungsberichte des Lehrstuhls für Theoretische
Elektrotechnik & Photonik der Universität Siegen

Band 1

Kilian Halbe

**Semi-analytische Modellierung optischer Multimode-
Wellenleiter mit rechteckigem Querschnitt**

Shaker Verlag
Aachen 2009

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Siegen, Univ., Diss., 2008

Copyright Shaker Verlag 2009

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8606-4

ISSN 1869-3784

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Semi-analytische Modellierung optischer Multimode-Wellenleiter mit rechteckigem Querschnitt

Universität Siegen

Dissertation

Kilian Halbe

Die Bedeutung optischer Verbindungstechnologien auf Leiterplattenebene wächst mit steigenden Datenraten. Für eine kostengünstige industrielle Herstellung ist eine größtmögliche Kompatibilität zur bestehenden Leiterplattentechnologie eine wichtige Voraussetzung. Dies hat zur Folge, dass die gefertigten Wellenleiter einen im Verhältnis zur Wellenlänge großen Querschnitt haben. Bei Herstellungsverfahren wie beispielsweise Prägeverfahren oder lithographischen Verfahren ist der Querschnitt nahezu rechteckig.

Um den Fortschritt der Integration von optischen Wellenleitern auch innerhalb des Entwurfsprozesses von Leiterplatten voranzutreiben, sind Werkzeuge zur Modellierung und Simulation von großem Interesse. Unter Berücksichtigung der großen Anzahl geführter Moden wird hierzu in dieser Arbeit ein modaler Ansatz gewählt.

Auf Grund von prozessbedingten Rauheiten an der Grenzfläche zwischen Wellenleiterkern und -mantel, die sich nur mit großem Aufwand minimieren lassen, kommt es zur Kopplung von geführten Moden untereinander und auch von geführten Moden zu nicht geführten Moden. Letztere verursacht zusätzliche Verluste. Durch die Anwendung der Coupled-Mode-Theorie kann diese Kopplung modelliert werden. Basierend auf den Ergebnissen der Coupled-Mode-Theorie kann mit Hilfe der Coupled-Power-Theorie die Ausbreitung der optischen Leistung von jedem einzelnen Mode als Funktion der Anfangsleistung und der longitudinalen Koordinate des Wellenleiters beschrieben werden. Durch die Erweiterung der Zeitabhängigkeit kann diese Formulierung auf die Beschreibung der Ausbreitung von Pulsen ausgeweitet werden. Die Kopplung zwischen zwei verschiedenen Wellenleitern oder zwischen einem Laser und einem Wellenleiter kann durch die Anwendung der Mode-Matching-Methode modelliert werden.

Bezogen auf die Kopplung der Moden untereinander stellt sich heraus, dass sich die Verluste der Moden mit größer werdender Modenordnung ebenfalls vergrößern. Das Ziel einer verlustoptimierten Einkopplung muss daher sein, ausschließlich den Grundmode anzuregen. Die Anwendung der Coupled-Mode- und der Coupled-Power-Theorien verursacht signifikanten numerischen Aufwand. Sind die Koppelkoeffizienten der Moden jedoch einmal bestimmt und abgespeichert, erfolgt die Simulation der Ausbreitung der optischen Leistung sehr effizient. Die Simulation zeitabhängiger Signale ist ebenfalls sehr schnell und führt zu guten Ergebnissen.