

Dipl.-Ing. Paul Lüsse, Braunschweig

# **Numerische Entwurfswerkzeuge für optische Wellenleiterbauelemente**

Reihe **20**: Rechnerunterstützte  
Verfahren

Nr. **239**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1 Theoretische Grundlagen</b>	<b>8</b>
1.1 Maxwellsche Gleichungen . . . . .	8
1.2 Wellengleichungen . . . . .	9
1.2.1 Elektrisches Feld . . . . .	9
1.2.2 Magnetisches Feld . . . . .	11
1.2.3 Homogene Materialien . . . . .	12
1.3 Dielektrische Grenzflächen . . . . .	13
1.4 Symmetriebedingungen . . . . .	15
1.5 Feldentwicklung . . . . .	16
<b>2 Transversale Diskretisierung</b>	<b>20</b>
2.1 Bekannte Diskretisierungen . . . . .	20
2.2 Differenzenquotienten . . . . .	21
2.3 Anisotrope Materialeigenschaften . . . . .	24
2.4 Isotrope Materialeigenschaften . . . . .	30
2.5 Singularitäten . . . . .	32
<b>3 Mehrgitter-Gleichungslöser</b>	<b>34</b>
3.1 Iterative Verfahren . . . . .	34
3.2 Zweigitter- und Mehrgitter-Verfahren . . . . .	36
3.3 Geschachtelte Iterationsverfahren . . . . .	39
3.4 Eigenwertproblem . . . . .	40
<b>4 Eigenwellenverfahren</b>	<b>43</b>
4.1 Längshomogene Wellenleiter . . . . .	43
4.2 Rand- und Symmetriebedingungen . . . . .	44
4.3 Eigenwertgleichung . . . . .	46
4.4 Typische Feldverteilungen . . . . .	48
4.5 Konvergenzuntersuchungen und Rechenzeitvergleich . . . . .	49

4.6	Vergleich mit anderen Verfahren . . . . .	55
4.7	Anwendungsbeispiele . . . . .	60
4.7.1	Entwurf eines 3-dB-Kopplers . . . . .	60
4.7.2	Polarisationssteller . . . . .	64
<b>5</b>	<b>Ausbreitungsverfahren</b>	<b>71</b>
5.1	Ansätze . . . . .	72
5.2	Longitudinale Diskretisierung . . . . .	74
5.3	Genauigkeit der Ansätze . . . . .	76
5.4	Ränder des Berechnungsfensters . . . . .	80
5.4.1	Fensterfunktion . . . . .	80
5.4.2	Transparente Randbedingungen . . . . .	81
5.5	Lineares Gleichungssystem . . . . .	82
5.6	Überprüfung der Verfahren . . . . .	83
5.7	Vektorisierung . . . . .	87
5.8	Anwendungsbeispiele . . . . .	89
5.8.1	Semivекtorielle Berechnungen . . . . .	89
5.8.2	Vекtorielle Berechnungen . . . . .	93
<b>6</b>	<b>Quantenfilmbauelemente aus III/V-Halbleitern</b>	<b>97</b>
6.1	Quantenfilme . . . . .	98
6.1.1	Bänderberechnung . . . . .	98
6.1.2	Exzitonen . . . . .	104
6.1.3	Absorption . . . . .	108
6.2	Brechzahlen . . . . .	111
6.2.1	Volumenmaterial . . . . .	112
6.2.2	Quantenfilme . . . . .	113
6.3	Absorptionsmodulator . . . . .	115
	<b>Zusammenfassung</b>	<b>120</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>124</b>