

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die Methode der Finiten Integration	5
2.1	Grundlagen	5
2.1.1	Die Maxwellgleichungen	5
2.1.2	Stetigkeitsbedingungen an Grenzschichten	6
2.2	Die Gitter-Maxwellgleichungen	7
2.2.1	Diskretisierung des Raums	8
2.2.2	Diskretisierung der Maxwellgleichungen	10
2.2.3	Diskretisierung der Materialbeziehungen	13
2.2.4	Eigenschaften der diskreten Operatoren	14
2.2.5	Begrenzung des Rechengebiets	16
2.2.6	Fehlerbetrachtung	17
2.2.7	Erweiterung zu teilgefüllten Zellen	18
2.3	Das Zeitbereichsverfahren	20
2.3.1	Zeitintegration	20
2.3.2	Numerische Stabilität	21
2.3.3	Ladungserhaltung	22
2.3.4	Dispersion	22
2.3.5	Numerische Reflexionen	23
3	Lokale Gitterverfeinerung in Zeitbereichsverfahren	27
3.1	Bestandsaufnahme	27
3.1.1	Notwendigkeit lokaler Gitterverfeinerung	27
3.1.2	Überblick über bestehende Verfahren	28
3.1.3	Einschränkungen	33
3.2	FIT auf lokal verfeinerten kartesischen Gittern	34
3.2.1	Lokale Verfeinerung des Gitters	34
3.2.2	Flexibilität der Gitterverfeinerung	36

3.2.3	Feldgrößen in der Übergangsregion	36
3.2.4	Anforderungen des Verfahrens an die Interpolationsvorschriften in der Übergangsregion	38
3.2.5	Interpolation des dielektrischen Flusses	39
3.2.6	Interpolation der magnetischen Spannung	42
3.2.7	Interpolation der elektrischen Spannung	45
3.2.8	Interpolation des magnetischen Flusses	47
3.2.9	Behandlung von Materialgrenzen in der Übergangsregion	49
3.2.10	Randbedingungen	52
3.2.11	Untersuchungen zur Realisierung einer Wellenleiter- Randbedingung mit lokaler Gitterverfeinerung	57
3.2.12	Erweiterung zu teilgefüllten Zellen in der Übergangsregion	59
3.3	Erweiterung des Zeitbereichsverfahrens auf lokale Gitter	68
3.3.1	Erweiterte Matrix-Vektor Darstellung	68
3.3.2	Stabilität des erweiterten Zeitbereichsverfahrens	70
3.3.3	Numerische Reflexionen im Übergangsbereich	70
3.3.4	Abschätzung des numerischen Aufwands	71
3.3.5	Lokale Zeitschrittweiten	75
4	Numerische Untersuchungen	79
4.1	Numerische Stabilität	79
4.2	Numerische Reflexionen	80
4.2.1	Eine Untergitterebene	82
4.2.2	Verschachtelte Untergitter	84
4.3	Konvergenzuntersuchungen	86
4.3.1	Resonanzfrequenz eines verlustlosen Resonators	86
4.3.2	S-Parameter einer Filterstruktur	88
4.4	Verwendung lokaler Zeitschritte	92
5	Anwendungen	95
5.1	Wellenleiter-Mikrostreifenleiter-Übergang	95
5.2	Simulation eines Wellenleiter-Kopplers	99
5.3	Simulation sehr dünner Schlitze	102
5.3.1	Ausrichtung parallel zu einer Koordinatenrichtung	102
5.3.2	Beliebige Lage im Raum	104
6	Zusammenfassung und Ausblick	109
A	Indizierung der Größen im Untergitter	113

Symbolverzeichnis	115
Literaturverzeichnis	119
Danksagung	123
Wissenschaftlicher Werdegang	125