

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1. Grundlagen	3
1.1. Klassische Feldtheorie	3
1.1.1. Wirkungen von Feldern in Materie	3
1.1.2. Die MAXWELLSchen Gleichungen	7
1.1.3. Quasistationäre Felder	11
1.2. Die Methode der finiten Integration	20
1.2.1. Die Gitter-MAXWELLgleichungen	20
1.2.2. Diskrete Materialgleichungen	24
1.2.3. Quasistationäre Formulierungen mit der FIT	26
1.2.4. Randbedingungen	31
2. Zeitintegration quasistationärer Systeme	37
2.1. Charakterisierung der semidiskreten quasistationären Systeme	37
2.2. Eigenschaften von Zeitintegratoren	39
2.3. Adaptive Zeitschrittweitenwahl	46
2.4. Zeitintegrationsmethoden	50
2.4.1. Θ -Verfahren	50
2.4.2. BDF-Verfahren	52
2.4.3. RUNGE-KUTTA-Verfahren	55
2.4.4. Linear-implizite RUNGE-KUTTA-Verfahren	61
2.4.5. Test der gewählten RUNGE-KUTTA-Verfahren	65
2.5. Lösung der nichtlinearen Gleichungen	69
2.5.1. Feldanpassung der Materialkoeffizienten	70
2.5.2. Iterative Lösungsverfahren	74
2.6. Lösung der linearen Gleichungen	79
2.7. Extrapolation von Startlösungen	84
3. Modellierung bewegungsinduzierter Wirbelströme	87
3.1. Diskretisierung in der EULER-Beschreibung	89
3.1.1. Diskretisierung des Konvektionsterms	89
3.1.2. Stabilisierungstechniken	94
3.1.3. Transiente Probleme	97
3.2. Diskretisierung in der LAGRANGE-Beschreibung	97

3.3.	Geometrieinvariante bewegte Medien	100
3.3.1.	Grenzflächen zwischen Koordinatensystemen	101
3.3.2.	Vergleich mit einer analytischen Lösung	103
3.4.	Rotatorische Bewegungen	104
3.5.	Freie Bewegung	109
4.	Anwendungen	111
4.1.	Das TEAM Benchmark Problem 21B	111
4.2.	Bewegte Metallplatte zwischen Magneten	115
4.3.	Lineare Wirbelstrombremse	116
4.4.	Überspannungsableiter	123
	Schlussbetrachtung	129
	Anhang	132
A.	Relativistische Feldtheorie	133
A.1.	LORENTZ-Transformation	133
A.2.	Materialgleichungen für bewegte Kontinua	134
A.3.	Stetigkeitsbedingungen an bewegten Materialgrenzen	136
B.	Koeffizienten und Algorithmen zur Zeitintegration	137
B.1.	Regelungstechnische Betrachtung der Zeitintegration	137
B.2.	Extrapolationsvorschrift für mehrstufige Zeitintegratoren	141
B.3.	Startwertextrapolation durch Unterraumprojektion	142
B.4.	Koeffizientensätze der verwendeten Zeitintegratoren	143
B.4.1.	SDIRK3(2)-Verfahren	143
B.4.2.	RODAS3(2)-Verfahren	144
C.	Oszillationen einer eindimensionalen EULER-Formulierung	145
C.1.	Diskretisierung mit zentralen Differenzenquotienten	145
C.2.	Stabilisierung des Finite-Differenzen-Schemas	146
D.	Details zu den verwendeten Testbeispielen	149
D.1.	Lochplatte	149
D.2.	C-Magnet	149
D.3.	TEAM11-Problem	149
D.4.	TEAM21B-Problem	150
	Abkürzungsverzeichnis	153
	Glossar	154
	Symbolverzeichnis	155
	Literaturverzeichnis	161
	Danksagung	181