

Berthold Noll

Numerische Strömungsmechanik

Grundlagen

Mit 87 Abbildungen

Springer-Verlag

Berlin Heidelberg New York

London Paris Tokyo

Hong Kong Barcelona Budapest

Inhalt

Zusammenstellung der wichtigsten Formelgrößen

1	Einleitung	3
2	Modellbildung	5
3	Transportgleichungen	13
3.1	Massenbilanz	14
3.2	Impulsbilanz	16
3.3	Energiebilanz	18
3.4	Allgemeine Form der Transportgleichungen	18
3.5	Grenzschichtgleichungen	19
3.6	Klassifikation der Transportgleichungen	20
4	Diskretisierung der Transportgleichungen	31
4.1	Diskretisierungsmethoden	32
4.1.1	Finite Differenzen	32
4.1.2	Finite Volumen	34
4.1.3	Forderungen an die Diskretisierung der Transportgleichungen	37
4.2	Diskretisierung des Konvektionsterms	52
4.2.1	Diskretisierungsansätze	52
4.2.2	Diskretisierungsfehler	70
4.3	Diskretisierung des Zeitterms	82
4.4	Methode der gewichteten Residuen	90
5	Numerische Strömungssimulation in primitiven Variablen	95
5.1	Versetzte Rechengitter	97
5.2	Druckkorrekturverfahren	101
5.2.1	SIMPLE	103
5.2.2	SIMPLEC	105
5.2.3	SIMPLER	106
5.2.4	Randbedingungen für Druckkorrekturgleichungen	108
5.3	Nichtversetzte (zusammenfallende) Rechengitter	110

6	Randbedingungen	117
7	Lösungsalgorithmen	129
7.1	Direkte Lösungsverfahren	137
7.1.1	Gauß-Elimination	137
7.1.2	Cramersche Regel	139
7.1.3	LU-Zerlegung	140
7.2	Iterative Verfahren	142
7.2.1	Allgemeine Iterationsvorschrift	142
7.2.2	Jacobi-Verfahren	143
7.2.3	Gauß-Seidel-Verfahren	144
7.2.4	SOR-Verfahren	151
7.2.5	Block-iterative Verfahren	158
7.2.6	ILU-Zerlegung	167
7.2.7	Methode der konjugierten Gradienten	175
7.2.8	Iterative Verfahren für nichtlineare Gleichungssysteme	179
7.3	Normen	188
7.4	Kohvergenzbedingungen, Abbruchkriterien	190
8	Geometrie-Anpassung	197
8.1	Ausblenden von Gitterbereichen	197
8.2	Koordinatentransformation, krummlinige Koordinaten	201
8.2.1	Zylinderkoordinaten	201
8.2.2	Allgemeine orthogonale Koordinaten	204
8.2.3	Nichtorthogonale Koordinaten	206
	Literatur	211
	Sachverzeichnis	217