dandelon.com
© 2008 AGI-Information Management Consultants
May be used for personal purposes only or by
libraries associated to dandelon.com network.

Herbert Oertel jr.
Eckart Laurien

Numerische Strömungsmechanik

Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele

2., neu bearbeitete Auflage

Mit 145 Abbildungen

Studium Technik

vieweg

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung **1**

2 Strömungsprobleme **9**
2.1 Kraftfahrzeugaerodynamik 9
2.2 Tragflügelaerodynamik 13
2.3 Mehrphasenströmimg 18
2.4 Bioströmungsmechanik 25

3 Grundgleichungen der Strömungsmechanik **31**
3.1 Kontinuitätsgleichung 31
3.2 Impulsgleichungen 32
3.2.1 Laminare Strömungen 32
3.2.2 Reynolds-Gleichungen für turbulente Strömungen 39
3.3 Energiegleichung 43
3.3.1 Laminare Strömungen 43
3.3.2 Turbulente Strömungen 46
3.4 Turbulenzmodelle 48
3.4.1 Das Konzept der Wirbel Viskosität 49
3.4.2 Algebraische Turbulenzmodelle 51
3.4.3 Transportmodelle 55
3.4.4 Turbulenzmodelle für Zweiphasenströmungen 61
3.4.5 Reynolds-Spannungsmodelle 68
3.4.6 Grobstruktursimulation und Feinstrukturmodelle 76
3.5 Grundgleichungen in Erhaltungsform 81
3.5.1 Hierarchie der Grundgleichungen 81
3.5.2 Navier-Stokes-Gleichungen 82
3.5.3 Abgeleitete Modellgleichungen 85
3.5.4 Reynolds-Gleichungen für turbulente Strömungen 93
3.5.5 Mehrphasenströmungen 95
3.6 Auswahl der Grundgleichungen und Modelle 98

4 Geometrie- und Netzgenerierung **102**
4.1 Geometriedefinition 102
4.2 Netzgenerierung 106
4.2.1 Grundlagen der Netzgenerierung 106
4.2.2 Methoden der Netzgenerierung 110

5 Diskretisierung **126**
5.1 Grundlagen der Diskretisierung 126
5.1.1 Zeitdiskretisierung 127
5.1.2 Diskretisierung im Raum 130

5.1,3 Lösung von Gleichungssystemen 138
5.2 Konvergenz, Konsistenz und Stabilität 144
5.2.1 Numerische Fehler 145
5.2.2 Nachweis der Konvergenz 149
5.2.3 Verifikation und Validierung 152
5.2.4 Nachweis der Stabilität 154
5.3 Finite-Differenzen-Methode (FDM) 159
5.3.1 DnFort-Frankel- Verfahren 159
5.3.2 Lax-Wendroff- und MacCormack-Verfahren 165
5.3.3 Beam- und Warming-Verfahren 174
5.4 Finite-Volumen-Methode (FVM) 178
5.4.1 Finite-Volumen Runge-Kutta-Verfahren 178
5.4.2 Semi-implizites Verfahren 186
5.4.3 Hochauflösende Finite-Volumen-Verfahren 194
5.5 Finitc-Elemente-Methode (FEM) 201
5.5.1 Taylor-Galerkin-Finite-Elemente-Verfahren 201
5.5.2 Finite-Elemente-Verfahren für inkompressible Strömungen 209

6 Strömungsmechanik Software 215
6.1 Einführungskurs 216
6.2 Trainingskurs 217
6.3 Anwendungsbeispiele 231

Ausgewählte Literatur 246

Sachwortverzeichnis 251