

---

# Inhaltsverzeichnis

**Wichtige Abkürzungen** . . . . . XI

**Teil I Grundlagen**

**1 Computational Fluid Dynamics** . . . . . 3

1.1 Einige Vorbemerkungen zur CFD . . . . . 3

1.2 Inhalte des Buchs . . . . . 9

1.3 Definitionen . . . . . 10

1.4 CFD-Software . . . . . 13

1.4.1 In diesem Buch genutzte Software . . . . . 14

1.4.2 ANSYS® ICEM CFD™ . . . . . 14

1.4.3 ANSYS® FLUENT® . . . . . 15

1.4.4 OpenFOAM® . . . . . 18

1.4.5 Gnuplot . . . . . 20

**2 Rechengitter** . . . . . 23

2.1 Wichtige Begriffe . . . . . 23

2.2 Gittertopologien . . . . . 24

2.3 Gittergenerierung . . . . . 27

2.4 Präprozessoren . . . . . 32

2.5 Praktikum: Ebenes, quadratisches Strömungsgebiet . . . . . 34

2.5.1 Problembeschreibung . . . . . 34

2.5.2 Gittergenerierung mit ANSYS ICEM CFD . . . . . 35

2.5.3 Gittergenerierung mit blockMesh . . . . . 40

2.6 Praktikum: Strömungsgebiet mit rückspringender Stufe . . . . . 40

2.6.1 Problembeschreibung . . . . . 40

2.6.2 Gittergenerierung mit blockMesh . . . . . 42

2.6.3 Gittergenerierung mit ANSYS ICEM CFD . . . . . 42

2.7	Strömungsgebiet mit quadratischer Strebe . . . . .	48
2.7.1	Problembeschreibung . . . . .	48
2.7.2	Gittergenerierung mit blockMesh . . . . .	48
2.7.3	Gittergenerierung mit ANSYS ICEM CFD . . . . .	49
<b>3</b>	<b>Mathematische Modelle einer Strömung . . . . .</b>	<b>53</b>
3.1	Erhaltungssätze . . . . .	53
3.2	Zustandsgleichungen und Materialgesetze . . . . .	55
3.3	Newtonsche Fluide . . . . .	56
3.4	Ähnlichkeitskennzahlen . . . . .	57
<b>4</b>	<b>Numerische Methoden . . . . .</b>	<b>59</b>
4.1	Finite-Volumen-Methode . . . . .	59
4.1.1	Motivation . . . . .	59
4.1.2	Allgemeines Problem . . . . .	62
4.1.3	Wesentliche Elemente der FVM . . . . .	63
4.1.4	Interpolationsverfahren . . . . .	67
4.1.5	Numerische Differentiation . . . . .	71
4.1.6	Numerische Integration im Raum . . . . .	72
4.1.7	Komplexe Geometrien . . . . .	72
4.1.8	Numerische Integration in der Zeit . . . . .	73
4.1.9	Beispiel: Transiente, eindimensionale Modellgleichung . . . . .	75
4.2	Lösungsverfahren für Differenzengleichungen . . . . .	78
4.2.1	Stationäre Probleme . . . . .	78
4.2.2	Transiente Probleme . . . . .	84
4.3	Praktikum: Konvektion eines Skalars . . . . .	84
4.3.1	Lösung mit ANSYS FLUENT . . . . .	86
4.3.2	Lösung mit OpenFOAM . . . . .	95
4.3.3	Fazit . . . . .	101
4.4	Genauigkeit und Güte . . . . .	101
4.4.1	Fehlerdefinition . . . . .	101
4.4.2	Fehlerbeurteilung . . . . .	102
4.4.3	Beispiel: Konvektion eines Skalars . . . . .	105

## Teil II Anwendungen

<b>5</b>	<b>Newtonsche Strömungen . . . . .</b>	<b>109</b>
5.1	Lösungsansätze . . . . .	109
5.2	Druckbasierte Algorithmen . . . . .	110
5.2.1	Übersicht . . . . .	110
5.2.2	Verfahren mit Druck-Poisson-Gleichung . . . . .	110
5.2.3	Druckkorrektur-Verfahren . . . . .	111

5.3	Praktikum: Nischenströmung . . . . .	114
5.3.1	Lösung mit OpenFOAM . . . . .	114
5.3.2	Lösung mit ANSYS FLUENT . . . . .	120
5.3.3	Fazit . . . . .	127
<b>6</b>	<b>Turbulente Strömungen . . . . .</b>	<b>129</b>
6.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	129
6.2	Numerische Modellierung turbulenter Strömungen . . . . .	134
6.3	Grundlagen der RANS-Turbulenzmodellierung . . . . .	138
6.4	Häufig genutzte Turbulenzmodelle . . . . .	142
6.4.1	Standard- $k$ - $\varepsilon$ -Turbulenzmodell . . . . .	142
6.4.2	RNG- $k$ - $\varepsilon$ -Modell . . . . .	144
6.4.3	Realizable- $k$ - $\varepsilon$ -Modell . . . . .	144
6.4.4	Wilcox- $k$ - $\omega$ -Modell und Menter-SST- $k$ - $\omega$ -Modell . . . . .	145
6.4.5	Spalart-Allmaras-Modell . . . . .	146
6.4.6	Reynolds-Spannungs-Modelle . . . . .	147
6.4.7	Eigenschaften häufig genutzter Turbulenzmodelle . . . . .	148
6.5	Randbedingungen . . . . .	149
6.6	Bereiche niedriger Reynolds-Zahlen . . . . .	150
6.7	Praktikum: Strömung über eine rückspringende Stufe . . . . .	156
6.7.1	Lösung mit ANSYS FLUENT . . . . .	157
6.7.2	Lösung mit OpenFOAM . . . . .	160
6.7.3	Fazit . . . . .	163
6.8	Wirbelauflösende Modellierungsstrategien . . . . .	163
6.9	Praktikum: Strömung um eine quadratische Strebe . . . . .	167
6.9.1	Lösung mit OpenFOAM . . . . .	169
6.9.2	Lösung mit ANSYS FLUENT . . . . .	174
6.9.3	Fazit . . . . .	180
<b>7</b>	<b>Anwendungen . . . . .</b>	<b>181</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>187</b>
	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>191</b>

CFD-Modellierung

Grundlagen und Anwendungen bei  
Strömungsprozessen

Schwarze, R.

2013, XII, 193 S. 176 Abb., 11 Abb. in Farbe. Mit

Online-Extras., Softcover

ISBN: 978-3-642-24377-6